572
Dr. M.

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE

TROISIÈME SÉRIE — TOME VINGT-TROISIÈME

1895

PARIS
AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE
7, Rue des Grands-Augustins, 7

1895

SMITHSONIAN INSTITUTION
156269
U. S. NATIONAL MUSEUM.

NOTES & MÉMOIRES

NOTES & MÉMOIRES

présentés dans les Séances

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

ÉTUDE DE L'ÉROSION DANS LE PLATEAU ARDENNAIS,

par **H. ARCTOWSKI** (1).

Le plateau ardennais n'est qu'une minime partie de cette vaste plaine d'abrasion (2) qui marque encore de nos jours l'emplacement et la direction de la chaîne hercynienne, de la fin de l'ère paléozoïque. Cette chaîne de montagnes, dont les sommets devaient s'élever à plus de 5.000 mètres de hauteur (3), a été totalement rasée par la dénudation marine (4). Ce sont les mers transgressives (5) de l'époque permienne, la mer cénomanienne et la mer du Tongrien qui ont effectué ce travail ; — des falaises se sont formées le long de ce continent d'alors et comme le niveau de la mer cénomanienne s'est, de toute probabilité, élevé progressivement, le travail érosif de la vague n'a pu prendre fin, les falaises ont fait suite aux falaises jusqu'à ce que tout ce continent, toute cette chaîne immense, soit complètement détruite et engloutie par les flots. C'est pourquoi les têtes des anticlinaux et des contournements si variés des terrains primaires de cette région, sont coupées, suivant un plan

(1) Note présentée à la séance du 21 janvier 1895; manuscrit remis le 8 janvier. Epreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 6 février 1895.

(2) von R. Richthofen. Führer für Forschungsreissende, pp. 173, 356, 614.

(3) Cornet et Briart. Sur le relief du sol en Belgique (*Ann. Soc. géol. Belg.* IV, p. 114).

(4) Comparez von R. Richthofen. China II, p. 766 et suivantes.

(5) E. Suess. Die Entstehung der Alpen, p. 104 et p. 48 ; comparez également E. Suess, Das Antlitz der Erde.

légèrement incliné; c'est également pourquoi aucune faille n'est marquée, à la surface, par une dénivellation. L'ensemble de ces terrains se présente en forme d'une bosse, très aplatie, émergeant légèrement hors des assises du Secondaire et de l'ère tertiaire qui l'environnent de toute part.

La preuve immédiate de ce fait, que c'est la mer du Crétacé supérieur qui a contribué pour la plus large part à l'abrasion de la chaîne hercynienne, est la présence du petit îlot cénomanien de Hokai qui, à l'altitude de 565^{m}, couronne l'une des parties les plus élevées du plateau, et si d'autres vestiges, de cette importante transgression, n'ont pas été gardés, c'est que la mer tongrienne, également transgressive, s'est chargée de relaver ces dépôts; la preuve de son passage sur ce plateau est donnée par la présence de nombreux îlots de sables blancs que l'on retrouve par places dans le Condroz et ailleurs. Dans le bois de Herocay, près de Houffalize, ils s'élèvent au niveau de 460^{m}.

Ces faits montrent clairement que le travail d'érosion des eaux ruisselantes a dû s'effectuer, dans cette contrée qui nous intéresse, dans des conditions tout particulièrement simples.

Le creusement est effectivement de date récente, il n'a pû commencer qu'avec la période miocène; dès le début, le pays était une plate-forme à pente douce, légèrement recouverte d'une sédimentation fraîche, qui a pu être rapidement enlevée et que nous n'avons pas besoin de mettre en ligne de compte; la surface de ces terrains, d'une dureté extrême, était débarrassée de toute aspérité, elle était pour ainsi dire lisse; enfin, le climat étant humide et les terrains étant imperméables, toute l'eau qui tombait devait ruisseler.

Le travail mécanique que les eaux qui s'écoulent sur une pente doivent effectuer se subdivise, comme on le sait, en trois facteurs : l'ablation, le transport des matériaux et la corrosion que les matériaux transportés exercent sur les parois du canal d'écoulement.

L'érosion tend à approfondir sans cesse la vallée car, en chaque point de la rivière, l'eau qui se meut a le pouvoir d'exercer un travail mécanique égal au produit de sa masse par le carré de sa vitesse et par suite, la rivière doit tendre sans cesse à se créer un lit dont la courbe des pentes soit celle pour laquelle le travail érosif, suivant la verticale, deviendrait nul. D'ailleurs, cette courbe doit nécessairement légèrement varier d'une rivière à l'autre, car elle est fonction des conditions particulières de chacune d'elles. Mais dans chaque cas particulier, tant que cette courbe ne sera pas atteinte, la rivière ne cessera de travailler au creusement de la roche et les

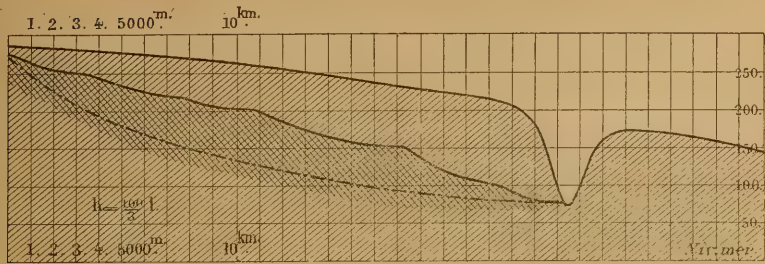


Fig. 1. — Courbe hypsométrique des pentes de la vallée du Hoyou, petit confluent de la Meuse.

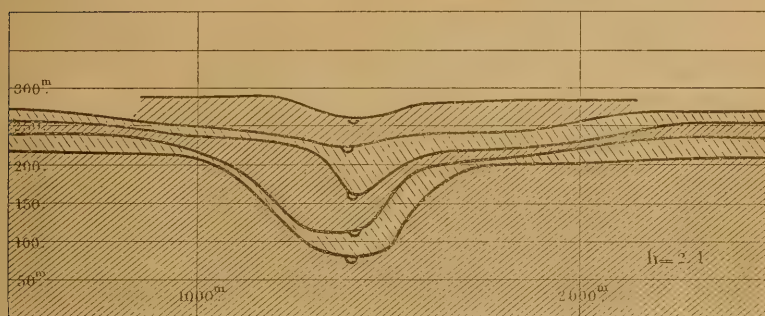


Fig. 2. — Série de coupes hypsométriques transversales de la vallée de Hoyou, depuis la source jusqu'à l'embouchure de cette rivière.

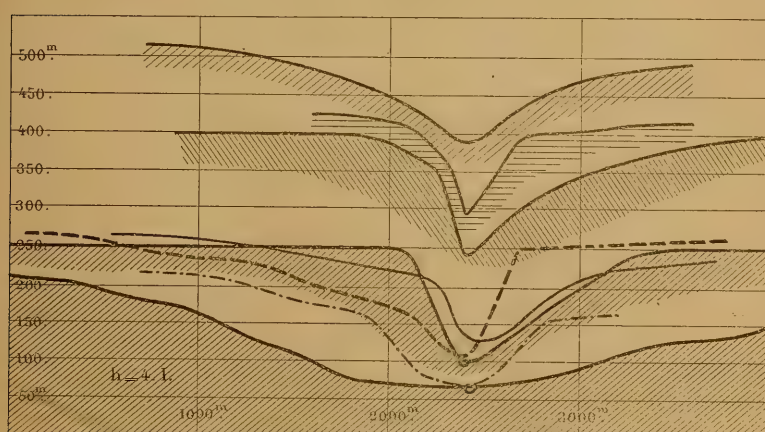


Fig. 3. — Coupes hypsométriques de la vallée de l'Ourthe.

alternatives de quartzites résistants et de schistes fissiles, pouvant donner lieu à de notables variations dans les formes des parois et la largeur de la vallée notamment, n'altèreront en rien la régularité de cette courbe, puisque tout le travail se concentrera au besoin en un seul endroit, tant que l'obstacle ne sera franchi.

La fig. 1 nous représente le tracé hypsométrique des pentes de l'un des petits ruisseaux ardennais des plus caractéristique. Il s'écoule du N. au S. vers la Meuse, et au fur et à mesure qu'il s'en approche, il entame de plus en plus profondément le plateau. Cette figure nous montre clairement que ce lit de rivière ne suit pas une pente régulière, cette pente est au contraire discontinue et, je dois le faire remarquer, il n'y a pas de relation simple entre ces discontinuités et l'emplacement des affluents, ni la nature géologique du sol. Du reste, il doit en être ainsi, car ces vagues de creusement que l'on voit se dessiner sur la figure doivent aller en se déplaçant avec le temps : l'embouchure de la rivière étant le lit d'un fleuve, va effectivement en s'approfondissant peu à peu et par suite, tel profil déjà tout érodé a demandé de toute nécessité à être retracé depuis l'embouchure jusqu'à la source même du ruisseau le jour où la Meuse s'est déplacée, ne fut-ce que de quelques mètres de profondeur... En ce moment géologique, les eaux ont dû reprendre le travail, précédemment déjà achevé près de l'embouchure, et cette nouvelle érosion est allée en s'avançant dans le vieux lit, tandis que d'anciennes vagues n'ont cessé de remonter peu à peu la rivière. Il n'y a donc rien d'étonnant à ce que le profil idéal (indiqué par la ligne pointillée) n'ait pu être achevé jusque maintenant.

La fig. 2 représente un choix de coupes transversales de la vallée de cette même rivière.

On le voit, la grandeur du triangle d'érosion augmente avec la puissance de la rivière ou mieux avec la masse d'eau, mais évidemment, aucune proportionnalité n'est à rechercher, le volume du prisme de matière enlevée devant également dépendre de la nature du sol et avant tout de la profondeur à laquelle les eaux doivent s'écouler. Ce dernier point nous est démontré clairement par les tracés de la fig. 3, qui nous représente un choix de coupes transversales de la vallée de l'Ourthe. On le voit, la grandeur du triangle est également fonction de la profondeur que doit affecter l'entaille.

Une particularité remarquable des rivières ardennaises est leur tendance à suivre d'innombrables sinuosités. Un grand nombre de ces tournants se ressemblent à tel point qu'on ne saurait les distinguer au point de vue de la forme. Leur raison d'être tient incontes-

tablement à une cause unique d'ordre général, et il est à prévoir que l'examen attentif sur le terrain et l'étude des relations hypsométriques peuvent nous dévoiler leur mode de formation.

Il est à remarquer que non seulement les diverses rivières ardennaises sont différemment affectées de sinuosités, mais encore une même rivière n'est pas également sinueuse dans les différentes parties de son cours; — en plus, aux pentes fortes correspondent des rivières très sinueuses, tandis que les rivières à cours rectiligne s'écoulent en général sur les pentes les plus faibles. Dans cette contrée on rencontre des sinuosités resserrées, en forme de zigzag, là où dans d'autres pays il y aurait formation de torrents rectilignes. Comme exemple nous pouvons citer les nombreuses petites vallées sèches qui descendent de la route de Beho vers la vallée de l'Our : Sur une longueur de 3 à 4,200 mètres elles subissent effectivement une chute de 180 à 220 mètres, c'est-à-dire qu'elles ont une pente de 5 à 7 %, en ligne droite. La roche étant massive et dure l'érosion verticale est difficile et, par ce fait, le ruisseau a plus facile à allonger son cours en érodant les flancs de la vallée que de se creuser la ligne de pente qui correspond à sa chute normale. De la sorte son cours s'allonge, il y a production de promontoires en forme de langues et tout le travail d'approfondissement continue à se faire obliquement, suivant la direction de ces langues, car c'est là que la force de toute la masse de l'eau se concentre.

Tous les tournants se sont développés progressivement. Le cours d'aujourd'hui n'est point la projection des cours d'autrefois et bien loin de là : partout où la rivière suit une courbe les eaux se sont déplacées avec le temps dans la direction de la courbure. La rivière a voyagé, vers la gauche, un peu plus loin vers la droite, puis de nouveau vers la gauche et la direction de ces déplacements, aux différents endroits, nous est fournie aujourd'hui : 1° par l'emplacement des alluvions anciennes, qui correspondent à un développement plus ou moins parfait de la vallée ; ce qui fait que l'on trouve ces alluvions à des hauteurs très variables de 60, de 100 mètres et même plus au-dessus du lit actuel du fleuve (exemple : la Meuse) ; et 2° par ses relations hypsométriques.

L'étude des coupes hypsométriques tracées perpendiculairement à la rivière, aux différents endroits d'un même tournant, nous fournit une idée claire de la marche progressive du déplacement. Et, remarquons tout d'abord que, d'une façon générale, dans les tournants les deux pentes des flancs de la vallée sont très différentes. Tandis que la pente interne est toujours faible, — soit rectiligne,

soit plus ou moins concave ou convexe vers le ciel, de sorte que la partie de terrain que la rivière contourne affecte la forme d'un cône ou d'une bosse, — la pente externe est au contraire abrupte et, par suite, la rivière est toujours entourée d'un cône très régulier et la courbure de la rivière qui s'écoule à ses pieds est également régulière. C'est que, effectivement, la pente faible correspond à la rive que la rivière abandonne, tandis que la rive à forte pente est excentrique, c'est la rive que la rivière attaque, c'est là une pente d'éboulement, une falaise.

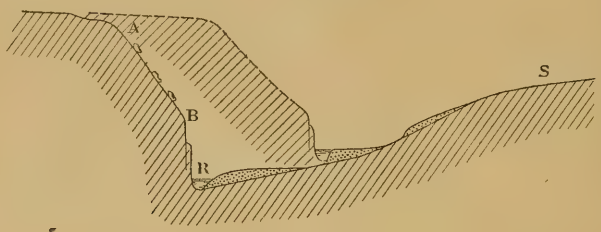


Fig. 4.

Ainsi, sur la fig. schématique ci-contre, la pente forte A B n'a pas été façonnée par l'eau : la vallée ne s'est pas creusée peu à peu le long de la ligne A B et la forme de cette rive est indépendante et de l'histoire de l'activité de l'eau courante de la rivière et de la vitesse du creusement, du rayon de courbure, etc., cette rive est une véritable falaise dont les pieds n'ont cessé d'être minés et que par cela même a toujours été en voie de recul. Sa pente (et sa forme) est simplement fonction de la nature de la roche. Avec le temps, le cours d'eau s'est donc avancé régulièrement de S jusqu'en R, mais en même temps qu'il rongeait la falaise et emportait ses débris il s'enfonçait peu à peu ; ceci fait qu'il laisse derrière lui une pente parfaitement régulière et la grandeur de la pente nous exprime aujourd'hui fidèlement l'histoire relative de la marche de ce déplacement.

La fig. 5 nous montre clairement que la ligne *ad* nous exprime réellement par sa forme, sa longueur et son inclinaison, une véritable histoire. Ce sont là deux coupes superposées, l'une *adc* est transversale au tournant, l'autre *bdc* est faite à la sortie du tournant. En ce point la rivière a toujours suivi la même direction et son travail d'érosion a donné un ravin ; ici il n'y a pas eu d'érosion tangentielle, la surface du triangle doit donc être minimum, car la vallée est le produit de l'abaissement progressif de la rivière dans le sens vertical.

Dans le coude, au contraire, la vallée actuelle nous est donnée par la somme de toute une suite de vallées, creusées aux différentes époques, vallées qui ne se superposent pas.

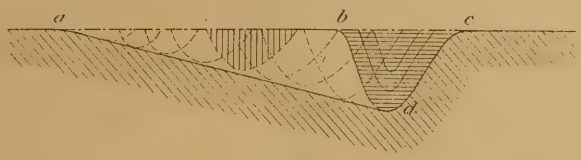


Fig. 5.

Je ne puis insister, en cet endroit, sur les nombreux détails que l'on peut observer dans les formes qu'affectent les divers chenaux d'écoulement ; néanmoins, je ferai remarquer que l'étude hypsométrique des tournants, des boucles que forment certaines rivières, des simples rigoles que l'on trouve sur les flancs des vallées, des nombreux réceptacles que l'on peut observer partout sur les hauteurs, que cette étude de détail peut nous faire comprendre le mécanisme même de la production de toutes ces formes.

Il est presque inutile de faire remarquer que l'ensemble des faits acquis se comprend très bien en ne supposant en action que des masses d'eau peu différentes de celles qui s'écoulent actuellement des plateaux : — des hypothèses diluviennes, bien loin de nous faire comprendre les formes simples que l'on peut observer en Ardenne, rendraient au contraire un bien grand nombre de faits absolument incompréhensibles. La production de formes régulières nécessite un travail progressif et lent.

LE LIAS ET LE JURASSIQUE MOYEN EN BORDURE A L'OUEST DU PLATEAU CENTRAL,

par **Ph. GLANGEAUD** (1).

Le Jurassique du bassin sud-ouest de la France forme une bordure aux formations cristallines ou primaires du Plateau Central. On peut, au point de vue de son extension géographique, le considérer comme formant deux grandes régions réunies par une partie rétrécie. La région du sud, qui a une largeur maximum de 90 kilomètres, est comprise entre Brives, Terrasson, Cahors, Figeac et Vaour à l'est de Montauban. La partie retrécie, par suite de la transgression du Crétacé, n'a qu'une largeur moyenne de 15 kilomètres. Les deux points extrêmes sont Terrasson et Nontron. A partir de ce dernier point, un nouvel épanouissement du Jurassique constitue une bande de 40 à 50 kilomètres de large, barrant le seuil Poitevin et s'étendant jusqu'à l'Océan, au sud du massif vendéen.

Je n'ai étudié, dans mon travail, que le Lias et le Jurassique moyen compris entre Turenne (au sud de Brives), Montmorillon, Poitiers et Niort, au nord. Mais c'est sur la bordure jurassique du Plateau Central que j'ai recueilli le plus de données.

I. — STRATIGRAPHIE

J'étudierai d'abord la stratigraphie de la région que je viens de définir ; l'étude tectonique sera traitée séparément.

INFRA-LIAS

Rhétien. — Le Rhétien affleure d'une façon discontinue le long de la bordure ouest du Plateau Central et repose en discordance sur les schistes cristallins, parfois sur la granulite comme à Nontron.

Dans les environs de Brives, il y a eu, comme l'a montré M. Mouret, des mouvements du sol post-triasiques qui ont amené une discordance entre le Trias et l'Infra-Lias. Cette discordance existe également dans les départements du Lot et du Tarn-et-Garonne.

(1) Note présentée à la séance du 21 janvier 1895 ; manuscrit remis le même jour. Epreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 16 février 1895.

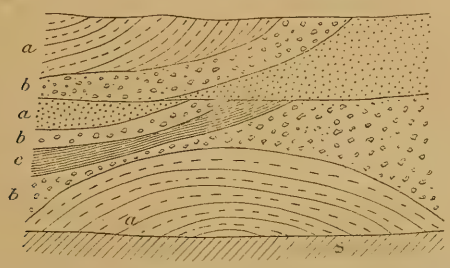
Dans le détroit du Poitou, les dépôts les plus inférieurs du Lias ne se montrent pas sur les bords anciens du seuil. On ne les trouve ni sur le versant parisien, ni sur le versant girondin ; mais ils existent le long de la bordure méridionale du massif vendéen, aux environs de Mazières-en-Gâtine, mais surtout vers Fontenay-le-Comte.

Dans une grande partie du bassin de l'Aquitaine, le Rhétien est presque exclusivement formé par des grès d'une pauvreté extrême en fossiles.

Aux environs de Brives, le régime surtout gréseux de l'époque carbonifère et du Trias se continue au commencement de l'Infra-Lias. Les premiers sédiments jurassiques, d'une épaisseur variable, sont constitués par des grès variés, quelquefois avec des poudingues à la base et des argiles à la partie supérieure. Ils sont, en général, durs, résistants et rarement colorés. Le quartz est l'élément dominant, le mica est très rare ; parfois les grès passent à des sables.

La stratification de ces sédiments est souvent irrégulière, ce qui indique des courants rapides se faisant sentir le long des côtes (fig. 1).

Fig. 1. — Allure des grès rhétiens dans la carrière de la Folie, près de Thiviers (Dordogne).



S, schistes satinés ; *a*, grès sableux blancs ; *b*, grès à gros éléments avec galets de granulite, de schistes satinés, etc. ; *c*, grès très fins.

Corrèze. — Le Rhétien est remarquablement développé à la Bachellerie et on peut l'étudier dans les tranchées de la gare, où il repose sur des schistes satinés. Il débute par des sables grossiers quartzeux et micacés, avec galets de quartz, de granulite et de schistes satinés, etc., surmontés par des sables blancs micacés, puis par de nouveaux sables bariolés à gros galets constituant un véritable poudingue. D'autres sables blancs réapparaissent ensuite avec des galets de quartz. La deuxième tranchée montre la série supérieure des couches infraliasiques se continuant par des sables argileux avec de petits nodules d'argile verte. L'argile verte a été ici détruite peu

après sa formation. L'ensemble de ces grès sableux a une épaisseur d'environ 30 mètres.

M. Mouret a indiqué les caractères des grès rhétiens dans la région sud, où ils sont plus réguliers dans leur allure.

Dordogne. — Le Rhétien se retrouve dans la vallée de l'Auvezère, à l'est de Saint-Martial Laborie ; aux environs d'Excideuil : à l'est vers Preyssac et au nord-ouest vers Clermont, où il forme un îlot de plusieurs kilomètres de long.

Les grès rhétiens affleurent le long de la vallée de l'Isle, au nord de Corgnac, et dans le fond du vallon, qui s'étend vers Thiviers. Ils forment un anticlinal s'étendant de Corgnac aux Mouroux et ont été exploités comme sables à Monmardy. Dans ce dernier point, où l'on a ouvert de grandes carrières, on peut constater la disposition entrecroisée des lits et à la partie supérieure de la formation la présence d'argiles grises et brunâtres alternant avec des bancs sableux. L'ensemble se termine par des argiles assez consistantes que recouvrent les calcaires hettangiens.

M. Mouret a observé ces couches dans les tranchées du chemin de fer de Thiviers à Saint-Jean-de-Côle. Les grès sont bien représentés à la gare de Saint-Jean. A l'inverse de ceux de Corgnac, ils sont très durs et leurs assises inférieures ont une teinte lie de vin. Les couches supérieures blanchâtres contiennent de gros grains de quartz, des cristaux de feldspath, des fragments de roches amphiboliques et de schistes satinés. Certains bancs renferment de nombreuses tiges d'*Equisetum*.

Ces grès se retrouvent avec des caractères semblables à l'est de Millac où ils butent par faille contre le Charmouthien et le Toarcien.

Au nord-ouest de Nontron, les grès rhétiens forment plusieurs ilots sur le granite. Ils apparaissent également sous des argiles grises tertiaires qu'ils semblent border d'un liseré, ayant une faible largeur. J'ai recueilli dans ces grès, assez fortement colorés en brun rougeâtre, quelques fossiles pour la plupart indéterminables. Ce sont : *Pecten dispar*, *Ostrea* sp., *Lima*.

Cette formation s'étend entre la Tuilière et le Bourdeix avec une épaisseur d'environ 15 mètres. On la retrouve entre Pys et Etouars, où elle disparaît en partie sous les argiles tertiaires.

A Boëre, près Teyja, le Rhétien est extrêmement réduit, de même que tous les étages du Lias ; il n'a plus que 4 à 5 mètres d'épaisseur. Il est constitué par des grès grossiers avec des argiles sableuses vertes et gris-bleuâtres à la partie moyenne.

Charente. — En se dirigeant vers Montbron, la formation rhétienne reprend une grande importance. Les grès qui constituent une grande partie de la colline qui s'étend de Puybon à Ecossas contiennent de nombreuses tiges d'*Equisetum*. C'est le long de cette arête montagneuse qu'ils sont en contact avec le Bajocien moyen de la plaine d'Orgedeuil. Le vallon de Neuville laisse apparaître les micaschistes sur lesquels repose le Rhétien. Les grès affleurent sur les deux versants des vallées qui descendent d'Ecuras et de Rouzède, où ils reposent tantôt sur le granite, tantôt sur les micaschistes.

Coquand a déjà signalé l'existence de grès feldspathiques à Genouillac et à Cherves et l'intercalation, à divers niveaux, d'argiles bleues sableuses au milieu de ces grès.

Les flancs et le fond de la vallée de la Bonnieure, depuis Genouillac jusqu'à Chatelars, sont constitués par les grès infra-liasiques. Un autre affleurement est visible près du pont Sigoulant, sur la Charente.

L'affleurement le plus septentrional du Rhétien le long du Plateau Central est signalé par Coquand, aux environs d'Alloue. Il est encore constitué par des grès analogues à ceux que l'on observe dans la vallée de la Bonnieure.

Vienne et *Deux-Sèvres.* — Plus au nord, il n'existe aucun gisement de Rhétien sur le versant parisien du détroit Poitevin.

Les grès de Pressac et ceux de Champagné-Saint-Hilaire, signalés par de Longuemar, appartiennent probablement au Rhétien ; ce qui indiquerait l'existence d'un rivage cristallin au milieu du détroit du Poitou pendant l'Infra lias. A des époques plus récentes, nous verrons dans cette même région la transgression marine se faire d'une façon très nette.

Il faut aller ensuite sur le bord méridional du massif vendéen pour retrouver le Rhétien également sous forme de grès et d'argiles. C'est surtout aux environs de Fontenay-le-Comte (Vendée) qu'il est bien développé, car il atteint 10 mètres de puissance. Sur le versant parisien du massif, on ne retrouve pas l'Infra-Lias : c'est le Toarcien qui repose directement sur les roches cristallines.

En résumé, nous voyons que le Rhétien est constitué dans une grande partie du bassin de l'Aquitaine par des grès souvent grossiers et rarement par des argiles. C'est là un dépôt de rivage indiquant l'apparition des mers jurassiques.

HETTANGIEN ET SINÉMURIEN

Si la mer triasique ne s'était avancée dans le bassin de l'Aquitaine que peu au delà du méridien de Brives, la transgression de la mer rhétienne s'était fait sentir beaucoup plus au nord, jusqu'au bord méridional du massif vendéen. A la fin du Rhétien la mer s'approfondit et aux sédiments grossiers, gréseux ou argilo-sableux succèdent dans tout le bassin de l'Aquitaine des formations calcaires. C'est à peine si, en quelques points, on trouve des dépôts indiquant la proximité immédiate de la terre ferme. Cependant jusqu'à l'époque charmouthienne la faune est encore très pauvre et seules quelques rares espèces, bien représentées néanmoins au point de vue individuel, se montrent au milieu des sédiments. Ce sont exclusivement des Lamellibranches et des Gastropodes. Les Céphalopodes, documents si précieux au point de vue paléontologique, ont à peine laissé des traces. En raison de cette pauvreté en fossiles, on comprend combien il doit être difficile de classer les couches comprises entre le Rhétien et le Charmouthien.

Leur différenciation n'a été faite, par M. A. Fournier, que dans les environs de Niort. Ce géologue distingue, à la base de la formation une série de calcaires dolomitiques, généralement brun noirâtre ou brun chocolat contenant une faunule ayant beaucoup de rapports avec celle décrite par M. Baron dans la Vendée et que celui-ci considère comme appartenant à l'Hettangien.

M. A. Fournier cite comme espèces : *Littorina clathrata, Perna* cf. *infraliasica, Patella Dunkeri* et *Astarte consobrina.*

Au-dessus de cet horizon, se montrent des calcaires siliceux gris blanchâtre ou gris bleuâtre, appelés *caillebotine* dans le pays, présentant parfois des intercalations de calcaires oolitiques. Ces calcaires renferment à la base : *Arietites Conybeari, Cardium truncatum* et une série de Cardinies parmi lesquelles : *Card. copides, Card. crassiuscula, Card. similis* et à la partie supérieure *Ostrea irregularis* et *Spiriferina Walcoti.*

M. Baron cite dans les calcaires oolitiques de la Vendée qui surmontent les calcaires dolomitiques : *Avicula sinemuriensis.*

M. de Longuemar avait également recueilli dans les mêmes calcaires des environs de Sanxay et de Ménigoutte : *Schlotheimia angulata* et une faunule de Gastropodes et de Lamellibranches.

Il résulte de ces différentes observations que l'Hettangien et le

Sinémurien seraient représentés dans les environs de Niort et dans la Vendée.

Près de Saint-Maixent, dans le ravin de l'Hermitain, entre Cherchenay et les Fontenelles, j'ai relevé la coupe suivante qui a beaucoup d'analogie avec celle donnée par M. Fournier :

A. 3m Calcaire dolomitique jaune brunâtre, un peu cargneuliforme par places.
B. 2m Calcaire compact, gris blanc, à cassure lithographique très dur.
C. 1m60 Calcaire oolitique blanc, compact, avec ciment calcaire à Nérinées, etc.
D. 5m Calcaire compact gris bleu dans la profondeur, devenant jaunatre à l'air.

Les couches A appartiennent probablement à l'Hettangien, tandis que B C D paraissent sinémuriennes.

Lorsque l'on quitte le bord occidental du détroit Poitevin et que l'on se dirige vers le bord oriental du même détroit pour examiner les formations calcaires comprises entre le Rhétien et le Charmouthien, on constate la disparition des calcaires siliceux et oolitiques qui représentaient le Sinémurien, dans les environs de Niort. En même temps toute trace de Céphalopodes disparaît et il devient difficile de savoir si le Sinémurien manque le long du Plateau central ou s'il est constitué par la partie supérieure des calcaires dolomitiques située au-dessous du Charmouthien.

L'affleurement le plus septentrional de cette formation calcaréo-dolomitique se trouve à Champagné-Saint-Hilaire et le long de la vallée du Clain entre Moulin-Neuf et Villemonnay. Elle est constituée de la façon suivante :

A. Calcaire dolomitique miroitant jaune brun.
B. Calcaire argileux jaune nankin, intercalé entre deux lits de marnes.
C. Argiles alternant avec des lits calcaréo-marneux feuilletés et des calcaires mouchetés de manganèse.
D. Calcaire argileux jaune nankin à texture compacte et cloisonnée.

De Longuemar avait recueilli à la base de ces derniers calcaires une petite faune de Gastropodes et de Lamellibranches qu'il rapportait à l'Hettangien et à la base du Sinémurien (zone à *Arietites bisulcatus*), sans donner cependant des caractères paléontologiques bien certains.

Plus à l'est, dans la haute vallée du Clain, entre Verneuil et la Caillotière et aux environs de Pressac, cet ensemble est constitué par des calcaires jaune nankin alternant avec des calcaires à oolites également jaunes renfermant des Lamellibranches.

Désormais, vers le sud, le long du Plateau central, on retrouve

ces calcaires jaunes, à teinte plus ou moins claire ou plus ou moins foncée. Ils sont généralement compacts mais s'émiettent souvent en fragments et alternent avec des couches oolitiques jaunes à Lamellibranches.

Ces calcaires se montrent dans la vallée de la Charente, entre le Breuil et Ambernac, où ils forment une partie des deux rives de la vallée. Coquand les signale à Vieux-Ruffec où une faille les fait affleurer. Ils apparaissent également dans la vallée de la Sonnette, au-dessous du village de Panissou et au Ris de la Combe, où ils reposent sur le granite.

Aux environs de Chasseneuil les calcaires dolomitiques sont bien développés le long des vallées de la Bonnieure, du Rivaillon et du Maine Gardon. Ce sont encore des calcaires marneux dolomitiques jaunâtres à fossiles bien conservés en quelques points. J'ai recueilli à la partie moyenne de la formation des Lamellibranches appartenant aux genres *Avicula, Pecten, Ostrea.*

A la partie supérieure, des couches d'argiles vertes alternent avec les calcaires jaunes dolomitiques.

On retrouve ces calcaires à Montbron, où Coquand les a décrits comme appartenant au Lias moyen ; à Varaignes et à Boëre, près Teyja. C'est dans cette dernière localité qu'ils se montrent le plus réduits ; ils ont à peine $3^{m}50$ d'épaisseur et ne présentent aucun horizon oolitique.

A partir de ce point et en continuant à longer, vers le sud-est, le bord du Plateau central, on constate que l'épaisseur des calcaires va en augmentant. A Nontron ils ont environ 15^{m} de puissance. On les retrouve beaucoup plus au sud, aux Mouillères, près Millac et le long de la vallée de la Côle au nord de Saint-Jean de Côle.

Les vallons profonds qui entourent Thiviers, rendent leur étude très facile. Le chemin qui descend de la Peyre à Monmardy, près d'Eyzerac, coupe en tranchée toutes les assises constituées par une série de calcaires compacts marneux et dolomitiques alternant avec des calcaires oolitiques jaunes très fossilifères à nombreux Lamellibranches. J'ai compté sept intercalations de calcaires oolitiques n'ayant pas moins de 6^{m} d'épaisseur, tandis que l'ensemble a 40^{m} environ de puissance.

Les calcaires dolomitiques butent contre les schistes primitifs le long de la faille qui va de Corgnac aux environs de Preyssac. On les retrouve formant, sur une assez grande étendue, les deux berges de la vallée de l'Auvezère, à l'est de Tourtoirac, où le chemin de fer de Nontron à Sarlat les coupe en tranchée.

Aux environs de St-Orse, certains bancs deviennent cargneuliformes, mais ce n'est qu'à partir de la Bachellerie que la complication se fait nettement sentir.

Une coupe faite d'Azerat à Veyre permet d'observer toutes les couches du Lias. Au-dessus des dernières couches sableuses rhétiennes on trouve :

A. Calcaires dolomitiques pulvérulents, fossilifères par places.
B. Calcaires gris très marneux, avec intercalation de lits argileux.
C. Calcaires dolomitiques jaunes alternant avec des calcaires oolitiques et des calcaires lithographiques.
D. Cargneules très épaisses.
E. Calcaires dolomitiques comme C.
F. Calcaires jaune très vif avec grains de quartz.

Les calcaires A et B correspondent aux *couches à argiles vertes* de M. Mouret, couches qui sont formées plus au sud par une alternance d'argiles de couleur variée et de calcaires compacts ou dolomitiques. M. Bleicher a recueilli dans ce système de couches à argiles vertes, bien développées près de Figeac et près de La Capelle Marival (Lot), les fossiles suivants : *Gervilia precursor*, *Anatina precursor*, *Leda Deffneri*, etc., ce qui indique que ces couches correspondent à l'Infra-Lias.

Les calcaires supérieurs C, D, E, F, qui atteignent une grande épaisseur dans le Lot, sont peut-être l'équivalent du Sinémurien.

CHARMOUTHIEN

A la fin de la période sinémurienne il y eut, dans tout le bassin de l'Aquitaine, une transgression marine qui se traduisit par l'extension des dépôts de rivage. Aux calcaires dolomitiques, oolitiques et aux cargneules de la période précédente succédèrent des sédiments détritiques, des grès, parfois des poudingues, des calcaires gréseux, rarement des calcaires purs ou des argiles. En plusieurs points les grès seuls existent, témoignant de la proximité des côtes. Dans d'autres ils alternent avec des argiles et des calcaires, ce qui dénote un régime variable.

La faune si pauvre des mers infra-liasique et sinémurienne devient subitement très riche et les rivages se couvrent de nombreux Lamellibranches et surtout dans la région sud (Lot, Aveyron et Tarn-et-Garonne) de Céphalopodes. Un grand nombre de formes côtières sont associées aux coquilles flottantes d'Ammonites qui venaient s'échouer sur le littoral. C'est la *première fois* que dans le bassin de l'Aquitaine on rencontre des espèces franchement carac-

téristiques des zones sédimentaires. Avec l'invasion de la mer a donc lieu le développement et l'épanouissement de la faune. Celle-ci prendra un essor encore plus considérable dans les mers plus récentes. Le seuil du Poitou va en effet s'ouvrir et la libre communication des mers de l'Aquitaine et du bassin de Paris se fera par ce détroit jusqu'à la fin de la période jurassique, permettant aux courants de disséminer les espèces d'un bassin dans l'autre.

Le long du Plateau Central, l'épaisseur du Charmouthien est assez réduite et il est difficile d'établir des subdivisions par suite de l'absence presque complète de Céphalopodes. Mais vers le sud, depuis Brives jusque dans le Lot et le Tarn-et-Garonne, la puissance des couches va en augmentant. En outre, les Céphalopodes se montrent en nombre suffisant pour qu'on puisse retrouver les zones habituelles de l'étage.

Lot et Corrèze. — Dans les départements du Lot et de la Corrèze, M. Mouret a pu établir les niveaux paléontologiques du Charmouthien, dont la puissance à Saint-Céré atteint 60 mètres.

Voici la composition qu'en donne cet auteur :

A. Calcaire à *Am. normanianus;*
B. Argiles grises à *Am. sinuosus*; avec, à la base, zone à *Am. Jamesoni.*
C. Marnes gréseuses et schisteuses à *Am. margaritatus* et *Gryphœa cymbium.*
D. Calcaire gréseux à *Am. spinatus.*

Ces différentes zones correspondent aux zones classiques ; la première pouvant se paralléliser avec la zone à *Deroceras armatum*, la seconde avec les zones à *Phylloceras ibex* et *Deroceras Davœi.*

A mesure que l'on remonte vers le nord, la présence du Charmouthien diminue. A Turennes (fig. 2), au sud de Brives, l'étage n'a plus que 30 mètres d'épaisseur et les Céphalopodes sont déjà rares. A partir de ce point, les argiles se réduisent beaucoup, et à Terrasson elles sont à peine représentées.

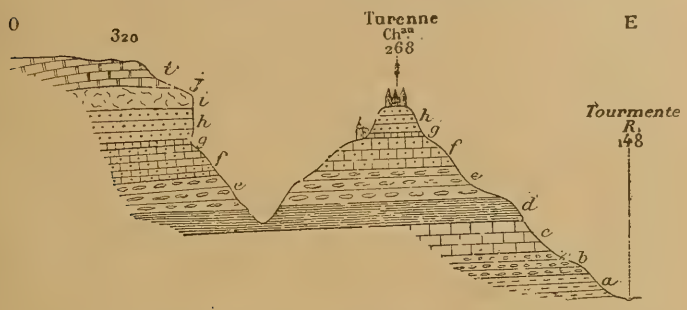
La coupe suivante, que j'ai relevée dans les environs de cette dernière localité, montre d'ailleurs le changement considérable qui s'est produit. Au dessus des calcaires dolomitiques sinémuriens, on trouve la série suivante :

A. Calcaire lithographique gris-bleu alternant avec des marnes feuilletées à *Ostrea sportella* et *Pecten priscus*, etc.
B. Calcaire compact violacé (lumachelles par places), à *Am. margaritatus* et *Gryphœa cymbium*, etc.
C. Calcaire gréseux gris-bleu dans la profondeur, rougeâtre à la surface, à *Rhynch. tetraedra, Ter. punctata, Zeil. cor., Pecten priscus*, etc.

L'ensemble atteint environ 15 mètres.

Après Terrasson, le Charmouthien passe à un calcaire gréseux gris-bleu qui va se retrouver avec une grande uniformité le long de la bordure cristalline du Plateau Central, dans les départements de la Dordogne et de la Charente et avec un maximum de 12 mètres d'épaisseur.

Fig. 2. — Coupe des environs de Turenne (Lot).



a, calcaire lithographique alternant avec des marnes feuilletées à *Ostrea sportella*; *b*, calcaire compact à *Amatheus margaritatus*; *c*, calcaire gréseux gris bleu à *Amatheus spinatus*; *d*, argile gris noirâtre à *Harpoceras Levisoni*; *e*, argiles avec ovoïdes calcaires à *Harpoceras bifrons*; *f*, argiles sableuses alternant avec des bancs calcaires à *Harpoceras fallaciosome* et *Grammoceras aalense*; *i*, calcaire gris bleu à *Ludwigia concava*; *h*, calcaire oolitique; *i*, calcaire dolomitique; *j*, calcaire à oolites irrégulières à Nérinées (Bajocien supérieur).

Les Céphalopodes se réduisent à l'*Amaltheus margaritatus*; il est difficile de savoir si les autres zones de l'étage sont représentées. La *Gryphæa cymbium* ne se montre plus également que dans le détroit du Poitou. Il est curieux d'observer qu'une forme aussi répandue dans le sud et le nord du bassin n'ait pas laissé de représentants vers l'est.

Dordogne. — Sauf aux environs de Thiviers et de Millac, je ne pense pas que le Charmouthien ait été signalé sur la feuille de Périgueux. J'ai pu cependant le suivre depuis St-Orse jusqu'à Nontron, partout où affleurent les autres étages liasiques.

Dans la vallée du Blâme, le Charmouthien contribue à former avec les autres étages liasiques un petit anticlinal qui s'étend de Granges-d'Ans à St-Orse. Il est surtout formé par des grès calcarifères gris-bleuâtres devenant ochracés suivant les lignes d'affleurement et renfermant de nombreux grains de quartz. Les fossiles sont très abondants, surtout les Bélemnites.

Le Charmouthien conserve jusqu'à Thiviers les caractères que nous venons d'indiquer. Il se montre tel sur les deux rives de l'Auvezère où il est en saillie et sert de soubassement aux argiles toarciennes. Le dernier affleurement de cet étage, vers l'ouest, est à Tourtoirac.

Depuis Excideuil, la Roche, jusqu'à Saint-Germain-des-Prés, on trouve le Charmouthien dans la plupart des vallées qui confluent dans celles de l'Isle et de la Loue. Les tranchées du chemin de fer de la Courtade et de la Gravetie mettent à nu les différentes assises de l'étage dont la constitution est la suivante :

A. $0^{m}20$ Argiles jaune brunâtre avec nodules ferrugineux ;
B. 3^{m} Grès gris-roux provenant de la décalcification de grès calcaires gris bleuâtre. Pas de fossiles.
C. 4^{m} Calcaires gréseux gris bleuâtres très durs, avec banc fossilifère à la partie supérieure, contenant : *Bel. niger*, *Bel. paxillosus*, *Ter. punctata*, *Zeil. cornuta*, *Pecten acuticostatus*, *Pecten priscus*, etc...

Le Charmouthien offre une remarquable extension dans les environs de Thiviers, où il forme un ilot de plusieurs kilomètres carrés. Il constitue également, à un niveau assez élevé, un liseré très net le long des coteaux qui couronnent Nanthiat et Eyzerac. Près de Bel-Air et dans la première tranchée de la route en lacet qui va à Nanthiat, on observe au-dessus des dernières couches du calcaire dolomitique la succession suivante :

A. $0^{m}10$ Sables et galets de calcaire nankin, reposant sur les couches inférieures *ravinées*.
B. C. $3^{m}50$ { Calcaire dolomitique gréseux jaunâtre. Grès calcarifère un peu dolomitique.
D. $9^{m}10$ Calcaire gris bleuâtre compact, avec fossiles habituels.

Localement toutes les couches charmouthiennes sont fortement métamorphisées dans les tranchées du chemin de fer des lignes de Nontron et de Limoges. Il y a eu décalcification, puis silicification des sédiments charmouthiens et formation d'une roche exclusivement siliceuse. Les fossiles eux-mêmes sont devenus siliceux.

Le Charmouthien redevient normal à St-Jean-de-Côle et aux Mouillères, près de Millac.

A Nontron, le Charmouthien a été étudié par Delanoue en 1837, mais la coupe qu'a donnée cet auteur est inexacte. Tous les sédiments gréseux qu'il signale appartiennent au Charmouthien ; quant aux argiles qui couronnent le coteau des Fourneaux, elles sont tertiaires et non toarciennes.

A Boëre, près Teyja, l'étage a subi une diminution considérable d'épaisseur, car il n'a plus que trois mètres. C'est l'un des points du bassin de l'Aquitaine où il est le plus réduit. En outre, il présente des particularités intéressantes au point de vue pétrographique.

Il débute par un banc de grès surmonté par des calcaires dolomitiques pulvérulents, gris bleuâtres dans la profondeur et devenant blanc jaunâtres à la surface. Les assises supérieures sont constituées par un calcaire dolomitique pulvérulent avec de nombreuses géodes de calcite.

Ces calcaires dolomitiques me paraissent formés par suite de modifications chimiques postérieures. Il faut mentionner également la ressemblance extrême de ces calcaires avec ceux du Bajocien inférieur de la même région. Le même fait peut se constater au pont de Soudat, près Varaignes. Ce sont là les derniers affleurements du Charmouthien, dans le département de la Dordogne.

Charente. — Dans le sud du département de la Charente, Coquand a signalé le Charmouthien aux environs de Montbron, mais il a complètement méconnu ses caractères. Il a considéré comme appartenant au Lias moyen les calcaires dolomitiques hettangien ; il n'a pas vu un seul affleurement de l'étage qu'il croyait décrire. La coupe du pont de Menet qu'il a donnée est incomplète, car il manque non seulement tout le Charmouthien, mais aussi une partie du Toarcien.

Ce qui a trompé Coquand, c'est que les étages moyen et supérieur du Lias ne sont pas visibles sur la route de Menet. Pour les étudier, il faut suivre la falaise de la rive gauche de la Tardoire, en amont ou en aval du pont de Menet. Mais les caractères du Charmouthien sont surtout très nets au Pery, où j'ai relevé la succession suivante :

A. Calcaires jaune brunâtres avec grains de quartz.
B. Grès fins.
C. Grès micacés dolomitiques, jaunâtres, avec *Bel. niger*, *Pecten acuticostatus*, *Ter. punctata*, etc.
D. Calcaire dolomitique jaunâtre avec géodes d'aragonite.

L'ensemble a environ 6^m d'épaisseur et l'on peut remarquer que la dolomie existe encore dans les assises supérieures.

Une modification intéressante de l'étage, modification analogue à celle que nous avons observée à Thiviers, existe près d'Orgedeuil. C'est, sur certains points, la décalcification des couches siliceuses charmouthiennes amenant la formation d'une roche poreuse très légère, renfermant les fossiles habituels ; sur d'autres points où la

silicification a été plus complète, on a eu formation d'une roche dure et très lourde.

Le Charmouthien augmente d'épaisseur plus au nord, ainsi qu'on peut le constater à Lithrac, où il est de nouveau constitué par des calcaires gréseux gris-bleuâtres.

C'est aux environs de Chasseneuil, dans les vallées du Maine-Gardon et du Rivaillon, que nous allons voir se produire une modification importante dans la composition du Charmouthien, je veux parler de l'*apparition des silex* dans les assises supérieures de l'étage, qui deviennent en même temps plus épaisses et plus fossilifères. Désormais, nous trouverons ce faciès des *calcaires à silex* dans tout le nord du bassin de l'Aquitaine, et le long du massif paléozoïque vendéen.

Le Charmouthien est facile à étudier près du pont de Suaux et à Maison-Neuve, en amont de Vitrac. Dans ce dernier point, on observe la série suivante :

A. 0m60 Argiles verdâtres sans fossiles.
B. 2m50 Alternance de bancs de calcaires gréseux gris-bleu et de lits marno-sableux micacés avec *Bel. niger, Pecten acuticostatus*, etc.
C. 3m50 Calcaire gris-bleu un peu gréseux à silex noirâtres alternant avec des lits argileux à *Amaltheus margaritatus*, etc.

Dans la partie nord de la feuille de Rochechouart, et dans tout le détroit du Poitou, l'allure des couches est différente de celle que nous avons observée. Si jusqu'ici, en effet, elles ont eu, en général, un plongement sud-ouest uniforme, elles forment, plus au nord, des anticlinaux et des synclinaux qui font reparaître plusieurs fois le même étage à d'assez grandes distances de l'ancien rivage.

A St-Claud et dans la vallée de l'Argentor, le Charmouthien se montre avec une constitution analogue à celle que nous avons observée à Vitrac.

Vallée de la Charente. — Depuis Chantrezac jusqu'à Asnois, la Charente coule dans une vallée dont le fond est constitué par le Charmouthien sur un tiers environ de son parcours ; depuis Chantrezac jusqu'au pont de Cluzeau, depuis le moulin de la Roche jusqu'à Masmayoux et depuis Chatain jusqu'à Asnois. Cet étage forme entre les deux points extrêmes le sommet de deux anticlinaux dont l'un, celui d'Alloue, a sa voûte rompue par une faille mettant en contact le Charmouthien et le Bajocien. Les assises sédimentaires ne plongent donc pas régulièrement, comme l'indique M. Welsch.

Dans toute la vallée, la composition du Charmouthien varie peu. Ce sont des calcaires un peu gréseux gris bleuâtres, alternant avec des lits argileux, qui les constituent. A la partie supérieure, les silex continuent à se montrer. A Alloue même, près du cimetière, les assises calcaréo-gréseuses affleurent sur le bord de la route et sont très fossilifères.

Aux environs d'Alloue, le Charmouthien et peut-être aussi une partie du Sinémurien sont méconnaissables. Au Pavillon, aux Mines, à la Boissière, on peut voir les calcaires transformés secondairement en une roche dure, compacte, noirâtre, siliceuse. On comprendrait difficilement le changement qui s'est opéré si, par places, des témoins de calcaire gris bleu Charmouthien ne se montraient pas intacts au milieu de la roche.

Comme à Thiviers et à Montbron, il y a eu ici encore une décalcification et une silicification intenses, tandis que des émanations sulfurées avaient formé des filons de galène et de blende.

Au nord de Chatain et jusqu'à Asnois, le Lias moyen affleure d'une façon presque ininterrompue tantôt sur la rive droite, tantôt sur la rive gauche de la Charente. Il est surtout bien visible au moulin d'Asnois, à la Beuvrie et près du moulin de la Vergne.

Vienne. — *Vallée du Clain.* — En suivant la vallée du Clain, depuis le bord du Plateau Central jusqu'à Vivonne, et la vallée de la Vonne, depuis Vivonne jusqu'à Ménigoutte, sur le bord du massif vendéen, on peut voir les modifications subies par le Charmouthien entre les deux massifs de l'ancienne chaîne hercynienne, car cet étage apparaît fréquemment grâce aux ondulations des couches de la région.

Dans la haute vallée du Clain, depuis Pressac jusqu'à Verneuil, le Charmouthien se montre sur les deux flancs d'un synclinal dont l'axe passe par Commersas, mais il vient buter contre le Bajocien à 1 kilomètre au nord de Verneuil.

Les assises du Lias moyen, dans cette partie de la vallée, sont constituées par des calcaires gréseux gris-bleuâtres qui affleurent à Verneuil et qui alternent avec des lits argileux. Une deuxième faille de direction N.-S. remet en contact le Charmouthien et le Bajocien à la Valette, près de St-Martin, et les couches plongent vers le N.-E. jusque près de Joussé.

Ce sont encore des calcaires gréseux, avec silex à la partie supérieure, qui les constituent, mais la dolomie commence à se montrer dans ces calcaires. La faune très riche comprend à la base : *Amalth.*

margaritatus, *Bel. niger*, *Pecten priscus*, *Ostrea Sportella*, *Spiriferina*, *Walcoti*, *Ter. punctata*, *Zeill. Cornuta*, etc., et à la partie supérieure : *Amalth. spinatus*.

Il y a donc dans la vallée du Clain deux niveaux caractérisés par des Céphalopodes.

M. Rolland, qui a étudié le Charmouthien sur la feuille de Poitiers, le signale comme constitué par des calcaires gréseux rosés dolomitiques à *Amaltheus margaritatus* et *Amaltheus spinatus*; en réalité l'étage est plus complet, car il est ainsi constitué :

A. 5m Calcaire gris-bleuâtre en bancs assez épais alternant avec des lits marneux. Fossiles nombreux : *Amalth. margaritatus*, etc.

B. 5m Calcaire rosé, dolomitique, saccharoïde, alternant avec des bancs de marnes sableuses à *Am. margaritatus* à la base et *Amalth. spinatus*, à la partie supérieure.

Le premier horizon est surtout visible à Villemonnoy, le second à Congerie, près de Champagné-St-Hilaire, où il est exploité.

A Ligugé, sur la rive droite du Clain où l'on observe l'affleurement le plus septentrional du Charmouthien, la composition de cet étage a beaucoup d'analogies avec celle que nous venons de signaler à Champagné.

Dans la vallée de la Vonne, le Charmouthien affleure au dessous de la Poupardière, près de Luzignan, mais c'est entre Sanxay et Ménigoutte, où M. de Longuemar a fait connaître ses principaux caractères, qu'on peut surtout l'étudier. Il a une faible épaisseur et il est surtout formé par des calcaires gréseux gris-bleu, devenant à l'air de couleur brun-chocolat. Des silex se montrent dans les assises supérieures.

Deux-Sèvres. — Vers St-Maixent le *faciès gréseux prédomine*, et l'étage atteint surtout une grande puissance (18m) aux environs de Niort. Les grès siliceux un peu calcaires qui le constituent sont désignés sous le nom de « pierre rousse » et renferment des rognons de silex alignés. On y a recueilli : *Ægoceras planicosta*, *Deroceras Davei* et d'assez nombreux *Pecten*. J'y ai trouvé également *Amaltheus margaritatus* et l'*Amaltheus spinatus*.

A Melle, le Charmouthien est presque exclusivement *gréseux* ; j'y ai trouvé quelques fossiles mais pas de silex.

Le long du bord méridional du massif vendéen, vers Fontenay-le-Comte, le faciès gréseux à silex existe encore, mais il tend à se transformer, plus à l'ouest, en un faciès *argilo-calcaire*.

En résumé, nous voyons que l'on peut établir plusieurs faciès dans le Charmouthien du bassin de l'Aquitaine. Ce sont :

1° Le faciès *argilo-calcaire* à Céphalopodes, qui s'étend dans les départements du Lot, de l'Aveyron et du Tarn-et-Garonne.

2° Le faciès *calcaréo-gréseux* à Lamellibranches, dont l'extension le long du Plateau Central a lieu, depuis Terrasson (Corrèze) jusqu'à Chasseneuil (Charente).

3° Le faciès *calcaréo-gréseux avec silex* qui caractérise le Charmouthien dans tout le détroit Poitevin.

TOARCIEN.

Avec l'apparition des vases toarciennes s'affirme une plus grande profondeur de la mer. En même temps la transgression marine s'accentue, et l'ouverture du détroit du Poitou permet le libre passage des eaux entre le bassin parisien et le bassin aquitanien. Actuellement, les bords du seuil laissent voir partout les dépôts toarciens s'étendre assez loin sur les roches cristallines.

Le Toarcien présente une assez grande uniformité dans toute l'étendue du bassin ; c'est l'étage des argiles par excellence ; parfois cependant des calcaires s'intercalent au milieu d'elles. C'est également l'étage dans lequel abondent les Céphalopodes.

Lot et Corrèze. — De même que nous avons vu la mer Charmouthienne déposer une assez grande épaisseur de sédiments au sud de Brives, de même la mer toarcienne, dans des conditions d'approfondissement du bassin à peu près analogues, d'abondantes formations littorales.

Au sud de Brives, le Toarcien forme, principalement sur la rive droite, une partie des hauteurs bordant la vallée de la Tourmente. On peut relever la coupe suivante à Turenne.

A. Argiles gris-noirâtres résistantes comprenant les zones à *Harp. Levisoni* et à *Cœl. Hollandrei.*

B. Argiles avec ovoides calcaires à *Harp. bifrons*, *Rhynch. tetraedra*, etc.

C. Argiles sableuses noirâtres avec quelques bancs calcaires de 0m10 à 0m20 d'épaisseur à *Harp. fallaciosum*, *Gram. aalense*. Un niveau argileux est intercalé avec de nombreuses *Gryphœa Beaumonti*.

L'ensemble de cette formation atteint 40 mètres environ.

M. Mouret s'est basé sur la présence de la *Gryphœa Beaumonti* et du *Pecten pumilus* pour établir les niveaux du Lias supérieur et du Bajocien inférieur. Or, la *Gryphœa Beaumonti* monte jusque dans le

Bajocien, de même le *Pecten pumilus* descend jusque dans le Lias supérieur, où il pullule dans certaines localités. Le Toarcien se termine à la partie supérieure des dernières argiles sableuses à *Grammoceras aalense* et le Bajocien inférieur commence à la partie inférieure des calcaires gris bleu à *Lioceras concavum*.

Le Toarcien affleure sur une assez grande étendue, aux environs de Terrasson, mais il n'a plus qu'une quinzaine de mètres d'épaisseur. Les ovoïdes calcaires et une partie des calcaires de la zone supérieure ont disparu. L'étage n'est plus représenté que par des argiles et des marnes terreuses feuilletées à la partie supérieure.

Dordogne. — A la Bachellerie, les argiles seules persistent. Plus au nord, dans la vallée du Blâme, vers St-Orse, Royère, Laborie et Chourgnac, le Toarcien exclusivement argileux étant très peu fossilifère, il devient difficile de distinguer les zones de l'étage. Il en est de même, dans la vallée de l'Auvezère, près de Tourtoirac.

Aux environs d'Excideuil, dans la tranchée du chemin de fer de La Courtade, on observe la succession suivante :

A. Calcaires marneux gris bleuâtres avec fossiles phosphatés à *Cœl. Hollandrei* et *Harp. bifrons*.
B. Argiles gris bleuâtres ou noirâtres.
C. Argiles noirâtres fortement pyriteuses s'effleurissant à l'air, à *Gram. aalense* et *Gryphœa Beaumonti*.

Ce dernier niveau est bien visible à l'ouest de la ville d'Excideuil, sur la route de St-Germain.

Aux environs de Thiviers, le Toarcien s'étend sur toutes les hauteurs : à l'est vers Penasson, au sud vers le Claud, Nouzet, etc.; vers l'ouest il forme le flanc nord de la vallée qui débouche dans la Côle à St-Jean, puis en face de St-Romain, une faille N.-S. l'abaisse brusquement dans le fond de la vallée.

Dans toute cette partie de territoire, il présente une constitution identique. Au-dessous de Bel-Air, j'ai observé, reposant sur les calcaires charmouthiens :

A. 0m15 Calcaire marneux jaune brunâtre à fossiles phosphatés à *Cœl. Hollandrei*.
B. 0m20 Calcaire dolomitique avec grains de quartz à *Harp. bifrons*, *Harp. Levisoni*.
C. D. 5 à 6m { Argiles grises feuilletées sans fossiles. Niveau supérieur à *Gram. aalense*.

A St-Jean-de-Côle et sur la rive droite de la Côle, les assises toarciennes plongent vers le S.-O., mais seuls les niveaux supé-

rieurs de l'étage sont bien visibles sur la route de Neuville, où la falaise calcaire bajocienne surplombe les dernières couches toarciennes à *Ostrea Beaumonti*.

A l'est de Millac et au nord de St. Pardoux-la-Rivière, le Toarcien supérieur devient dolomitique et présente un faciès analogue à celui du Bajocien inférieur.

Le Lias supérieur affleure, aux environs de Nontron, sur plusieurs points de la vallée du Bandiat. Il est surtout visible au moulin des Roches et au moulin de Ribeyrolles. Sa composition offre beaucoup d'analogie avec celle que nous avons signalée à Thiviers. Son épaisseur, qui est de 7 à 8 mètres, atteint son minimum (0^m55) à Boëre, près Teyja, où nous avons vu les autres étages liasiques très réduits. Sa composition est la suivante :

A. 0^m30 Argiles brunâtres ferrugineuses avec grains de quartz et nodules ferrugineux avec *Cœl. Hollandrei*, *Cœl. annulatum*, etc.
B. 0^m10 Argiles bleuâtres.
C. 0^m15 Argiles micacées à *Gram. aalense*.

A Varaignes, où j'ai déjà dit que le Toarcien affleurait par suite de l'existence d'une faille, il redevient relativement épais (10^m) et les argiles grises reparaissent. La zone supérieure est constituée par des argiles micacées à fossiles phosphatés.

Charente. — Coquand ne fait qu'indiquer brièvement l'existence du Toarcien à Montbron, cependant il affleure sur la rive gauche de la Tardoire. Il suit également à une certaine hauteur toutes les sinuosités des vallées qui montent vers Rouzède et Ecuras.

Une partie du soubassement sur lequel repose la ville de Montbron est constitué par le Toarcien dont les couches inférieures ont leurs fossiles phosphatés. On y recueille : *Cœloceras Hollandrei*, *Cœloceras Raquinianus*, *Harpoceras Levisoni*, etc. Le reste de l'étage est formé par des argiles grises.

On retrouve le Toarcien dans la plupart des vallées qui descendent du Plateau Central et s'échelonnent depuis Montbron jusqu'à Chasseneuil.

A partir de la vallée du Maine-Gardon, le Toarcien inférieur offre un faciès qui est d'une constance remarquable dans le nord du bassin de l'Aquitaine. Il se présente, en effet, sous forme d'un *calcaire marneux avec oolites ferrugineuses*.

Dans la vallée du Rivaillon et dans les tranchées de Suaux, on relève la coupe suivante :

A. Calcaire marneux à oolites ferrugineuses avec *Cœl. Hollandrei*, *Harp. Levisoni*.

B. Calcaire compact gris-bleu alternant avec des argiles grises. Faune très riche. *Harp. fallaciosum*, *Bel. tripartitus*, *Bel. niger*, *Pecten textorius*, *Harpax Parkinsoni*, *Rhynch. cynocephala*, *Ter. Lycetti*, etc.

C. Marnes gris-bleu feuilletées avec nombreuses *Gram. aalense* et *Rhynch. cynocephala*.

On voit, d'après cette coupe, que les argiles à *Harpoceras fallaciosum* sont ici remplacées par une alternance de calcaire gris-bleu et d'argiles.

La composition du Toarcien varie assez peu au sud de la feuille de Confolens, où l'on retrouve encore une alternance de calcaires et d'argiles grises à Vieux-Ruffec, à Nanteuil, près de Champagne-Mouton, représentant le Toarcien moyen.

Coquand signale la plupart des affleurements de cet étage dans cette région, mais commet de nombreuses erreurs paléontologiques.

Vallée de la Charente. — Nous avons vu, à propos des autres étages liasiques, quelle était l'allure des couches dans la vallée de la Charente depuis Chantrezac jusqu'à Asnois. Le Toarcien peut s'observer sur de nombreux points de la vallée.

Les niveaux inférieurs de l'étage apparaissent près du pont d'Ambernac (rive droite), au-dessous du village de Guilloux. Ils comprennent des calcaires marneux gris-noirâtres, terreux, se débitant en feuillets et renfermant d'assez nombreuses oolites ferrugineuses. C'est le niveau à *Cœloceras Hollandrei* et *Harpoceras Levisoni* que j'ai déjà indiqué dans la vallée de la Bonnieure. Mais ici *Harpoceras falciferum* devient très abondante.

Le même niveau est visible à Rioumort. L'épaisseur du Toarcien inférieur atteint $0^{m}50$ environ.

Les calcaires gris-bleu et les argiles grises qui constituent la partie moyenne du Toarcien à Vitrac, sont ici remplacés par des marnes et des argiles. Ces marnes sont bien visibles le long des prairies qui s'étendent depuis le pont de Cluseau jusqu'à Ambernac, où elles donnent un niveau aquifère. Elles sont gris-bleuâtres micacées et deviennent gris-cendrées à la surface. Les fossiles qu'elles contiennent sont peu abondants. Néanmoins, j'y ai recueilli quelques exemplaires d'*Harpoceras fallaciosum*.

On retrouve la même série de marnes à Chatain, à Rioumort et au moulin de l'Asnière, où la route les coupe en tranchée. De nombreuses *Gryphœa Beaumonti* pullulent dans les bancs supérieurs.

Le Toarcien supérieur est très bien représenté au Mailloux,

près de Chatin. Il est constitué par une alternance d'argiles et de petits bancs calcaires renfermant des fossiles dont le test est conservé, *Grammoceras aalense* en particulier est très abondante.

Vienne. — *Vallée du Clain.* — Le Toarcien de la vallée du Clain, ainsi que celui de la Vienne, a été étudié par MM. de Longuemar, Douvillé, Rolland et Welsch. Ce dernier auteur a indiqué nettement les caractères de cet étage au nord de la feuille de Confolens. La composition qu'il en donne est presque identique avec celle que j'ai observée dans la vallée de la Charente.

Il en est de même pour le Toarcien du Clain des environs de Sommières, Champagne-Mouton, Iteuil et Ligugé. En un mot, il règne, comme nous l'avons déjà dit, une certaine uniformité dans la constitution du Toarcien du détroit Poitevin.

La zone à oolites ferrugineuses avec *Harpoceras Levisoni* qui continue à être très constante n'a pas été distinguée et la différenciation du Toarcien moyen et supérieur n'a pas été faite.

Vallées de la Vienne et de la Gartempe. – Dans ces deux vallées, le Toarcien repose en grande partie sur les roches cristallines du Plateau-Central, ce qui indique la transgression des mers de l'époque. Il en est de même le long du massif vendéen (versant parisien). Le Lias supérieur offre une assez grande analogie dans ces vallées. Comme vers l'ouest les trois zones sont bien nettes et c'est la zone à *Harpoceras fallaciosum* formée de calcaires marneux à Goix et au Rollier et surtout d'argiles à Saulgé qui est la plus développée.

L'analogie des dépôts du Toarcien se poursuit sur le bord occidental du détroit Poitevin, ainsi que cela résulte des travaux de nombreux géologues.

Dans la vallée de la Vonne, près de Luzignan et entre Sanxay et Menigoutte, on observe la succession suivante :

A. Calcaires marneux gris-bleu parsemé d'oolites ferrugineuses à *Harp. Levisoni*, *Harp. bifrons*.

B. Marnes grises alternant avec des bancs de calcaires marneux avec nombreuses ammonites ferrugineuses. *Harp. fallaciosum*, *Bel. tripartitus*, *Bel. irregularis*.

C. Marnes et calcaires marneux à *Gram. aalense*, *Pecten purmilus*, *Ostrea Beaumonti*, *Rhynch. cynocephala*.

Les mêmes niveaux peuvent s'étudier à St-Maixent et aux environs de Niort, à Ste-Pezenne. On les suit sur la lisière méridionale

du massif ancien vendéen, vers Fontenay-le-Comte et dans la plaine de Luçon, où ils présentent les mêmes caractères.

En résumé, nous pouvons dire que le Toarcien est constitué dans le bassin de l'Aquitaine par des sédiments où l'argile est prédominante. Dans presque tout le nord du bassin la zone inférieure à *Harpoceras Levisoni* se charge d'oolithes ferrugineuses, ce qui la fait distinguer au premier coup d'œil. L'étage se termine partout par la zone à *Grammoceras aalense*. Je n'ai pas trouvé *Harpoceras opalinum*.

JURASSIQUE MOYEN

Tandis qu'une certaine uniformité règne dans la constitution des assises liasiques du bassin de l'Aquitaine, il existe de très notables différences dans la composition du Bajocien et du Bathonien. Les faciès s'y montrent nombreux et la faune non moins variable. Ce sont, vers Niort, des calcaires et des marnes à Céphalopodes qui passent vers l'est (Poitiers, Montmorillon) à des calcaires oolithiques et suboolithiques, souvent dolomitiques. Vers le sud (Thiviers) on a à la base des calcaires oolitiques à Nérinées où le faciès de charriage, avec polypiers, apparaît en maints endroits, tandis qu'à la partie supérieure de la formation on observe une série de calcaires lithographiques ou sublithographiques avec intercalation de marnes renfermant une faune saumâtre.

Au point de vue paléontologique, on a successivement des *faciès à Céphalopodes*, des *faciès à Nérinées et à Brachiopodes*, des *faciès à Lamellibranches*.

En raison même de la complication et de l'enchevêtrement de ces divers faciès, l'étude du Jurassique moyen présente une assez grande difficulté, aussi ne doit-on pas s'étonner que les travaux qui ont été faits dans certaines parties de la région que j'étudie soient peu nombreux et surtout peu précis.

Dans les départements du Lot et de la Dordogne, les documents paléontologiques manquent presque entièrement.

Coquand, dans sa monographie de la Charente, a fait faire un assez grand progrès à la géologie de ce département. Il faut bien dire cependant que la carte qu'il en a dressée est loin d'être exacte et ne correspond pas toujours au texte de son ouvrage.

Dans le département de la Vienne, de Longuemar, doué d'un grand talent d'observation, a mis en lumière les principaux caractères des terrains jurassiques de ce département.

Plusieurs géologues contemporains, MM. de Grossouvre, Douvillé, Rolland, Toucas, Welsch, A. Fournier, etc., ont fourni des documents très importants sur les dépôts du détroit Poitevin.

BAJOCIEN

Le Bajocien du bassin de l'Aquitaine présente les subdivisions qui ont été observées en Angleterre, en Normandie, etc. Cependant je n'ai pas trouvé les Ammonites de la zone à *Ludwigia Murchisonæ*, de même ceux de la zone à *Harpoceras opalinum* m'ont paru manquer. Néanmoins, comme il existe une certaine épaisseur de sédiments entre les couches de la zone à *Grammoceras aalense* et la première zone fossilifère bajocienne; qu'en outre je n'ai constaté nulle part des traces d'émersion, les dépôts étant continus, il est fort probable que lithologiquement ces deux zones sont représentées dans le détroit du Poitou. En de rares points, on a recueilli quelques exemplaires de *Ludwigia Murchisonæ*.

Dans toute la région que j'ai parcourue, depuis Niort, Poitiers et Montmorillon, au nord, jusqu'à Turenne, dans le Lot, j'ai observé que le Bajocien fossilifère reposait sur le Toarcien, par l'intermédiaire de la zone à *Ludwigia concava*. J'ai indiqué, le premier, l'existence de cette zone qui n'avait pas été reconnue ou qui avait été confondue avec la zone à *Ludwigia Murchisonæ*. Cette zone présentant une extension très grande, je l'étudierai à part. Quant aux autres zones fossilifères du Bajocien, elles existent là où se montrent les Céphalopodes.

Dans l'impossibilité où l'on est de pouvoir paralléliser d'une façon rigoureuse ces différentes zones avec celles des couches oolithiques et marno-lithographiques du sud de la région considérée, j'étudierai le Bajocien moyen et supérieur dans leur ensemble.

Zone a Ludwigia concava

Au moment où la mer bajocienne dépose ses premiers sédiments dans le bassin de l'Aquitaine, les conditions dans lesquelles s'effectuent ces dépôts sont à peu près les mêmes que celles qui existaient pendant le Toarcien. L'argile a cependant fait place, en partie, à l'élément calcaire.

Les premiers dépôts bajociens sont des calcaires ou des calcaires marneux, de couleur gris-bleu. Plus tard, une différenciation considérable se produit dans la sédimentation et les zones à Cépha-

lopodes ne dépassent plus, vers le sud, la latitude de La Rochefoucauld (Charente).

La zone à *Ludwigia concava* que Buchman a signalée le premier en Angleterre, et qu'il croyait n'exister qu'exceptionnellement dans le reste de l'Europe, a été trouvée, au contraire, en de nombreux points ; M. Munier-Chalmas l'a signalée en Normandie, M. Haug l'a retrouvée dans les Alpes, M. Girardot dans le Jura, M. Thirier dans le golfe du Luxembourg. M. Larrazet l'a fait connaître dans le nord de l'Espagne (province de Burgos). J'ai observé également son existence dans le bassin de l'Aquitaine. Au sud du bassin, vers Villefranche (Aveyron), M. Thévenin m'a dit l'avoir reconnue. Cette zone est très fossilifère. C'est généralement *Ludwigia concava* qui prédomine ; mais il existe aussi d'autres formes très voisines, figurées dans l'ouvrage de M. Buchman.

Lot et Corrèze. — L'affleurement le plus méridional que j'ai observé de la zone à *Ludwigia concava* se trouve aux environs de Turenne, à la limite des départements du Lot et de la Corrèze. Cette zone est constituée par des calcaires gris-bleu alternant avec des lits marno-sableux, qui forment la base des falaises calcaires de la rive droite de la vallée de la Tourmente. Elle se poursuit vers St-Denis, au sud, et on la retrouve dans les environs de Terrasson et de la Bachellerie au N.-O.

Dordogne. — Depuis la Bachellerie jusqu'aux environs d'Excideuil, le Bajocien débute par des calcaires rosés à oolites brunes, mais devenus dolomitiques secondairement. A Excideuil, ces calcaires qui sont gris-bleu dans la profondeur et jaunâtres à l'air, sont remplis également d'oolites.

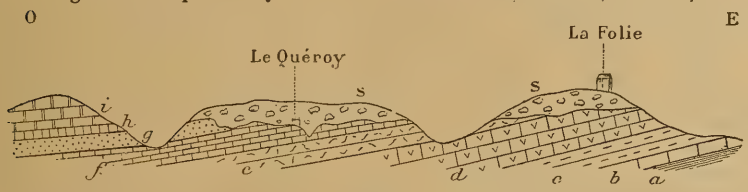
Les mêmes calcaires qui ont été exploités à Corgnac contiennent d'assez nombreux moules de fossiles, parmi lesquels j'ai pu reconnaître : *Ludwigia concava.* De Thiviers à Nontron, la modification des couches est devenue considérable ; les fossiles ont disparu et l'on n'observe plus que de vagues empreintes dans les calcaires dolomitiques inférieurs du Bajocien.

Charente. — En se rapprochant de Montbron on voit se modifier assez brusquement la composition des assises qui redeviennent normales et très riches en fossiles.

D'abord sous Montbron, mais surtout dans le vallon du Mas, la zone à *Ludwigia concava* comprend des calcaires gris bleuâtres, assez

durs, très fossilifères, alternant avec de petits lits marneux. La même constitution s'observe dans les vallons qui s'étendent jusqu'à Chasseneuil. Aux environs de cette dernière localité (fig. 3) on peut bien observer les caractères de la zone inférieure du Bajocien dans les vallées du Rivaillon, du Maine-Gardon, et dans les tranchées du chemin de fer, vers Suaux. Les espèces de *Ludwigia* et les *Sonninia*, qui les accompagnent, atteignent une grande taille.

Fig. 3. — Coupe du Bajocien des environs de Chasseneuil (Charente).



a, argiles grises à *Grammoceras aalense* ; *b*, calcaires gris-bleu à *Ludwigia concava* ; *c*, calcaires gris-bleu alternant avec des lits marneux à *Sphœroceras Sauzei* ; *d*, calcaires gris-bleu à silex à *Cœloceras Blagdeni* ; *e*, calcaire dolomitique pulvérulent à silex ; *f*, calcaire marneux ; *g*, calcaire oolitique (carrière) à *Ter. sphœroidalis* ; *h*, calcaire marneux à silex pétri de *Ter. sphœroidalis* ; *i*, calcaire compact à *Cosmoceras garantianum* ; *s*, argiles à silex.

Dans la vallée du Son, au moulin du Pont, près St-Claud, le calcaire gris-bleu qui forme la zone à *Ludwigia concava* se charge d'oolites ferrugineuses.

Désormais, à partir de ce point, soit en remontant le long du Plateau Central, jusqu'au sud de Montmorillon, soit en se dirigeant vers l'ouest du côté de Niort, j'ai trouvé cette zone constante dans tout le détroit Poitevin, sous forme d'un *calcaire marneux gris-bleu avec oolites ferrugineuses*.

Les ondulations des couches qui deviennent plus marquées dans l'axe du détroit ramènent au jour la zone à *Ludwigia concava*, près de St-Laurent-de-Céris, de part et d'autre de l'anticlinal, passant près de cette dernière localité.

Les failles de Nanteuil et de Vieux-Ruffec la font également reparaître aux environs de Champagne-Monton.

M. Welsch a signalé la zone à *Ludwigia concava* à Asnois et à Chatain. Elle existe aussi dans la haute vallée de la Charente jusque près du Plateau-Central ; et s'étend sur les deux rives de la rivière depuis le pont de Cluseau jusqu'auprès d'Ambernac, où elle contribue à former un synclinal de cinq kilomètres d'étendue.

De Masmayoux, où il bute par faille contre le Charmouthien, le Bajocien inférieur se montre à Charroux, formant deux synclinaux et un anticlinal. La faune, très riche, contient quelques Polypiers.

Vienne. — Au nord de la feuille de Confolens, M. Welsch a reconnu l'existence de la zone à *Ludwigia concava* qui se poursuit sur les deux rives du Clain jusqu'auprès de Ligugé, au sud de Poitiers.

Les vallées de la Vienne et de la Gartempe, au sud de Lussac-les-Châteaux et de Montmorillon, laissent voir la même zone un peu modifiée au point de vue lithologique, car elle est constituée par des calcaires gris-noirâtres, présentant à sa base un niveau à *Echinides* qui paraît être l'équivalent de la zone à *Ludwigia Murchisonæ*. Sur l'autre versant du détroit Poitevin, à Luzignan, Menigoutte, Saint-Maixent, j'ai reconnu la zone à *Ludwigia concava* qui n'avait pas été distinguée. M. de Grossouvre, aux environs de Niort, l'a réunie aux zones à *Ludwigia Murchisonæ* et *Sphæroceras Sauzei*. Dans toute cette région, j'ai pu la mettre nettement en évidence ; elle se montre partout sous la forme d'un calcaire marneux gris bleu à oolites ferrugineuses. J'ai trouvé cependant plusieurs exemplaires de *Ludwigia Murchisonæ* à la base de cette formation.

La zone à *Ludwigia concava*, si je m'en rapporte aux descriptions de M. Boisselier, paraît se poursuivre sur la lisière méridionale du massif paléozoïque armoricain.

Enfin, je l'ai observée à Melle, au sud du détroit Poitevin, dans les tranchées de Saint-Thibault et encore plus au sud à Sauzé-Vaussais, dans le forage d'un puits.

En résumé, on voit que la zone à *Ludwigia concava* a une extension très générale dans le bassin de l'Aquitaine.

Après le dépôt des couches à *Ludwigia concava*, une différenciation très nette s'établit dans la sédimentation des couches Bajociennes ; les calcaires à Céphalopodes ne se montrent plus au sud de Montbron. Ils sont remplacés par des calcaires en grande partie oolitiques qu'il sera possible de subdiviser en se basant sur la présence des Nérinées et des Brachiopodes.

Le faciès des calcaires à Céphalopodes règne sur la feuille de Confolens et sur une grande partie de celle de Rochechouart, mais il s'étend surtout vers Niort. Sur la feuille de Poitiers, les Céphalopodes sont une rareté et les calcaires à Céphalopodes sont remplacés par des calcaires dolomitiques, suboolithiques ou oolithiques, dans lesquels il est très difficile d'établir des subdivisions.

Zone a Sphœroceras Sauzei

J'indiquerai seulement l'existence, en certains points, de la zone à *Sphæroceras Sauzei.*

L'affleurement le plus méridional de cette zone se trouve à Montbron. Elle est constituée par des calcaires gris bleu ayant deux mètres d'épaisseur et contenant une faune assez riche. Je citerai notamment *Sonninia læviuscula*, *Sonninia adicra, Sonninia Sowerbyi, Cœloceras Humphriæsianum*, etc.

Ces calcaires se montrent partout où nous avons signalé la zone à *Ludw. concava* et il est souvent très difficile de les séparer au point de vue pétrographique. On les trouve aux environs de Chasseneuil et de Saint-Claud. Ils apparaissent également près de Nanteuil et dans la vallée de la Charente ; mais la faune est moins riche que vers le sud.

Cette zone se poursuit vers Niort sous forme de calcaires gris bleuâtres à silex, mais il est difficile également de la distinguer de la zone suivante.

Zone a Cœloceras Bladgeni

La zone à *Cœloceras Bladgeni* comprend surtout dans tout le nord du bassin, et jusqu'à Montbron, la plus grande partie des calcaires gris bleu à silex qui se trouvent au-dessus de la zone à *Sphæroceras Sauzei.* Ces calcaires à silex sont bien développés aux environs de Chasseneuil et vers Saint-Claud, dans les carrières situées près de cette ville.

Ils se poursuivent avec des caractères semblables à Nanteuil et à Vieux-Ruffec, où l'on trouve de nombreux exemplaires de *Cœloceras Blagdeni*, *Cœloceras Braikenridgi* et *Cœloceras Humphriæsianum.*

Les carrières de Mailloux, de Beauchamp, d'Ordières, d'Asnois, dans la vallée de la Charente, entament les mêmes couches, qui sont constituées par des bancs de 0^m30 à 0^m50 d'épaisseur, alternant avec des lits de marnes sans fossiles. Leur épaisseur, qui atteint ici environ 20 mètres, n'est que de quelques mètres près de Chasseneuil.

A Sanxay, Saint-Maixent, Niort, la puissance des couches diminue de nouveau et les silex ne se trouvent plus qu'à la partie inférieure de la formation. La partie supérieure est constituée par des calcaires grisâtres, alternant avec des lits de marne grise.

Zone a Cosmoceras garantianum

Cette zone, qu'il est souvent difficile, dans le sud-est du détroit Poitevin (Cellefroin, Champagne-Mouton), de séparer des premières couches bathoniennes, comprend en général plusieurs niveaux. A Chasseneuil, elle est constituée de la façon suivante (Fig. 3).

A. Calcaire dolomitique pulvérulent à silex.
B. Calcaire marneux blanchâtre.
C. Calcaire oolithique à *Ter. sphæroidalis*.
D. Calcaire marneux à silex pétri de *Ter. sphæroidalis* et de *Pecten silenus*.
E. Calcaire compact à *Cosmoceras garantianum*, *Cosmoceras Niortensis*, *Parkinsonia Parkinsoni*, *Toxoceras Orbignyi*, etc.

Les formes déroulées se montrent fréquentes dans cette zone. Les calcaires lumachelles, de la base, à *Terebratula sphæroidalis* se poursuivent avec une grande constance sur toute la feuille de Confolens (Charente, etc.), ainsi que vers Saint-Maixent et Niort, où ils ont été signalés par plusieurs géologues. Quant aux assises supérieures de l'étage, elles sont exploitées en beaucoup de points, dans les vallées de l'Argentor, de la Charente et du Clain : à Charroux, Comporté, Saint-Martin, etc., et présentent de nombreuses traces de *Chondrites scoparius*. On retrouve ces assises vers Sauzé-Vaussais, Melle, et aux environs de Saint-Maixent et de Niort, où leur épaisseur est moins considérable que vers l'Est, mais où la faune est beaucoup plus riche.

Faciès divers du Bajocien moyen et supérieur.

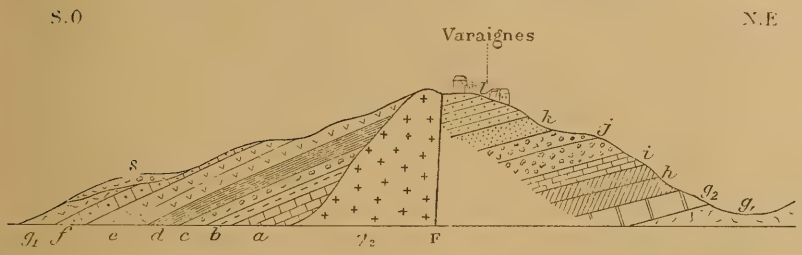
Région nord. — Aux environs de Poitiers, à Vivonne, Ligugé, le Bajocien moyen et supérieur sont constitués par des calcaires dolomitiques pulvérents à silex, ayant une épaisseur assez considérable. Ces calcaires sont surmontés par des calcaires suboolithiques à *Terebratula Eudesi*, *Terebratula curvifrons*, etc., et à la partie supérieure par des calcaires compacts avec tiges d'Encrines, Polypiers, Bryozoaires et Brachiopodes.

Plus à l'est, dans les vallées de la Vienne et de la Gartempe, ce sont des calcaires oolithiques et dolomitiques qui forment la partie inférieure du Jurassique. La partie supérieure comprend des calcaires compacts avec ilots de Polypiers et des calcaires à Encrines, où j'ai recueilli *Acanthothyris spinosa*, *Collyrites analis*, etc.

Région sud. — A partir de Montbron (Charente), vers le sud, le Bajocien moyen et supérieur offrent une constitution très différente

de celle que nous avons vu dans le détroit Poitevin. Ce sont des cargneules épaisses, de couleur variée, qui reposent sur la zone à *Ludwigia concava*. Ces cargneules sont surmontées à Varaignes,

Fig. 4. — Coupe du Lias et du Bajocien à Varaignes.



γ_2, granulite ; *a*, calcaire jaune nankin ; *b*, Charmouthien ; *c*, calcaire marneux à *Harpoceras Levisoni* ; *d*, argiles grises à *Harpoceras fallaciosum* ; *e*, argiles micacées jaunâtres à *Grammoceras aalense* ; *f*, calcaire dolomitique gris-bleu (niveau à *Ludwigia concava*); g^1, calcaire dolomitique pulvérulent ; g_2, cargneules ; *h*, calcaire oolitique avec polypiers isolés, Nérinées, etc.; *i*, calcaire compact coralligène ; *j*, calcaire marneux à *Cœloceras subcaronatum* et *Pholadomies* , *k*, calcaire marneux avec géodes de calcite ; *l*, calcaire oolitique à éléments roulés à *Trigonia costata*, *Nérinées*, *Polypiers*, etc. (Bajocien supérieur) ; *s*, argiles à silex ; F, faille.

Javerlhac, par des calcaires oolithiques, avec niveaux de calcaires marneux à *Cœloceras subcoronatum* et Brachiopodes, etc.

Plus au sud, les sédiments oolithiques constituent une grande partie de la formation bajocienne. Ils présentent à Montbron, à leur partie supérieure, un ilot réciforme avec *Cidaris cucumifera*, de nombreux *Polypiers*, des *Nérinées*, etc. Le Bajocien supérieur paraît se terminer en général par des couches très fossilifères où j'ai recueilli plus de 30 espèces. Ce sont des calcaires oolithiques avec oolithes irréguliers présentant un *faciès de charriage* assez prononcé. Les coquilles sont souvent brisées et leurs ornements ont disparu. Les Nérinées abondent, accompagnées d'un grand nombre d'autres Gastropodes appartenant aux genres *Pseudomelania*, *Ditremaria*, *Trochus*, *Cylindrites*, *Pileolus*, *Patella*, etc., et de Lamellibranches : *Lima*, *Pecten*, *Trigonia*, *Tancredia*, *Opis*, etc. Cet horizon est très constant à Montbron, St-Pardoux, Thiviers, Excideuil, etc.

BATHONIEN

Faciès à Céphalopodes. — Le Bathonien des environs de Niort et de Saint-Maixent est bien connu et peut servir de type pour l'étude de l'étage. Il débute à Sainte-Pezenne, par un banc argileux (*banc*

pourri), peu épais, pétri de fossiles qui sont, pour la plupart, transformés en phosphate de chaux. Ce sont : *Morphoceras polymorphum*, *Oppelia fusca, Perisphinctes zigzag, Parkinsonia ferruginea*, etc.

Au-dessus viennent des calcaires assez peu fossilifères contenant à peu près les mêmes espèces et faisant partie également du Bathonien inférieur.

Le Bathonien supérieur est constitué par des calcaires grisâtres à *silex* avec *Perisphinctes arbrustigerus*, *Oppelia aspidoides*, etc. L'ensemble a environ 20 mètres d'épaisseur.

J'ai suivi le banc pourri au sud du détroit du Poitou à Melle, dans la première tranchée sud du chemin de fer, puis dans le vallon qui s'étend entre Sompt et Tillou ; plus à l'est, à Bannières, à Taizé-Aizie et enfin à Bioussac, où il se termine (1). Quant aux sédiments qui constituent la plus grande partie de l'étage, ils varient relativement peu. Ce sont encore, à la partie inférieure, des calcaires grisâtres, sans silex, avec taches ferrugineuses et phosphatées et à la partie supérieure des calcaires à nodules siliceux.

A partir de Bioussac, vers l'est, dans les vallées de l'Argentor, de la Charente, du Clain, en l'absence du banc pourri, il devient difficile d'établir une limite très nette entre le Bajocien supérieur et le Bathonien inférieur, en raison de certaines formes communes de Céphalopodes existant dans ces deux zones et aussi de leur caractère lithologique qui est à peu près le même.

On peut relever une coupe complète de l'étage entre Charroux et Civray. A la base on observe des calcaires blancs jaunâtres en petits bancs dans lesquels on recueille *Oppelia fusca, Parkinsonia Parkinsoni*, etc., et à la partie supérieure une épaisseur assez considérable de calcaires gris blanc à pointillé jaune avec silex renfermant *Sphœroceras Ymir, Hecticoceras retrocostatum, Oppelia aspidoides*. Les bancs supérieurs renfermant *Eligmus polyptipus*, espèce constante à la partie supérieure du Bathonien de l'Aquitaine.

A l'ouest de Nanteuil, dans la vallée de l'Argentor, les calcaires inférieurs sont peu épais, mais les calcaires à silex ont encore une dizaine de mètres de puissance.

Il en est de même dans la vallée du Son, de Cellefroin à Ventouse, où les fossiles permettent encore d'établir les deux zones du Bathonien.

Vers Lussac, sur la feuille de Rochechouart, la distinction de

(1) Pendant l'impression de mon manuscrit, j'ai eu connaissance d'une note de M. Welsch qui donne de nombreux détails sur la zone inférieure du Bathonien dans le détroit du Poitou. Mes résultats complètent ceux de mon savant confrère.

l'étage est seule possible. J'ai recueilli dans les calcaires compactes qui le constituent : *Perisphinctes arbustigerus*, *Terebratula maxillata, Zeilleria carinata,* etc.

Faciès oolithique. — Le *faciès oolithique* tend à envahir tout l'étage au sud de Chasseneuil. Entre La Rochefoucauld et Marillac on distingue les zones suivantes :

A. Zone inférieure à *Rhynch. obsoleta. Rhynch. Lotharingica.*
B. Zone supérieure à *Clypeus Ploti, Rhynch. elegantula.*

Cette dernière forme s'étend dans tout le sud du bassin de l'Aquitaine.

A Vilhonneur l'horizon supérieur de l'étage est remarquablement fossilifère. Il contient une faune de Brachiopodes, de Lamellibranches nouveaux (*Corbis*, *Lima*, *Pecten*, etc.) de Gastropodes (*Purpuroidea*) avec *Anabacia orbulites*, *Ostrea costata, Eligmus polyptipus,* etc.

Faciès des calcaires lithographiques. — Entre Montbron et Marthon l'étage se modifie par l'apparition, à sa base, d'un calcaire lithographique, de marnes feuilletées et d'une brèche calcaire à Lamellibranches renfermant des espèces saumâtres qui appartiennent aux genres *Cyrena*, *Sphenia, Protocardia*, etc.

La mer du Bajocien supérieur qui présentait déjà de nombreuses formes côtières, telles que les Patelles, se transforme, dans le sud du bassin de l'Aquitaine, à l'époque du Bathonien inférieur, en *une véritable lagune saumâtre* où pullulent les genres que nous venons de citer.

Les calcaires oolithiques que nous avons vu constituer la partie moyenne et la partie supérieure du Bathonien, passent vers le sud à des calcaires compactes lithographiques gris bleuâtres, alternant avec des couches marno-oolithiques où abondent des *Nérinées,* des *Pseudomelanies*, des *Cérithes* et des *Lamellibranches* : *Pholadomie*, *Pecten*, *Ostrea*, etc.

La zone supérieure de l'étage à *Rhynchonella elegantula*, *Eligmus polyptipus*, persiste sous forme d'un calcaire marneux ou d'un calcaire oolithique jusque dans le Lot.

Ces calcaires Bathoniens ont plus de 100 mètres d'épaisseur au sud de Brives ; ils contribuent à former une partie des causses du Lot.

II. — TECTONIQUE

Des failles à l'ouest du Plateau Central. — Dans son beau travail sur le bassin houiller et permien de Brive, M. Mouret a

montré que le bassin de Brive, ainsi que cela a lieu sur le bord sud-ouest du Plateau Central, est découpé par de nombreuses failles.

Il a groupé les failles de la région de Brives en trois systèmes :

Les premières, qu'il nomme *failles limitatives du Plateau Central*, sont des failles qui ont découpé, en général, le bord cristallin du massif ancien et produit l'affaissement des couches sédimentaires du bassin de l'Aquitaine.

Le second système, situé plus à l'ouest ou plus au sud dans l'intérieur du bassin et qui intéresse les couches sédimentaires seules, a une direction N.-100° E. et se poursuit sur près de 80 kilomètres de long, jusqu'auprès de Périgueux.

Dans le troisième système, également situé dans l'intérieur du bassin, les failles sont orientées N.-S.

M. Mouret a figuré ces trois systèmes de failles dans la carte géologique qui est annexée à son travail. Depuis la publication de son mémoire, il a poursuivi leur tracé sur la feuille de Périgueux. J'ai pu en compléter l'étude sur cette dernière feuille et la continuer plus au nord.

Le système des failles limitatives du Plateau Central se poursuit d'une façon à peu près continue, depuis les environs d'Excideuil (Dordogne) jusqu'à Javerlhac, près de Nontron. Il semble ensuite s'interrompre et on ne le retrouve plus que morcelé à Montbron (Charente). S'il existe plus au nord, la nappe d'argiles qui s'étend jusqu'à Cherves empêche de l'apercevoir. Je ne sais s'il se continue sur la feuille de Confolens.

Dans l'état actuel des recherches on peut dire qu'il existe sur une longueur totale de plus de 150 kilomètres.

Ce premier système de fractures se résout en général en une faille brisée, dont les tronçons sont rectilignes. Seule, la faille des environs de Thiviers présente, vers le sud, une courbure très prononcée. Des dédoublements partiels n'ont lieu que vers Thiviers et Nontron. La direction de ces fractures est d'abord N.-O. à l'est et au sud de Brives, puis E.-O. au nord et ensuite N.-O. jusqu'à Montbron ; sur plusieurs points il y a imbrication. Ces failles sont toutes directes ou verticales et l'affaissement a toujours lieu du côté de la plaine. Le rejet est variable. M. Mouret a montré que vers le sud il dépassait 250 mètres en beaucoup de points. Plus au nord, il est parfois assez faible et atteint seulement une moyenne de 60 à 80 mètres.

Le plongement est, en général, peu marqué, sauf au voisinage de la faille où il est souvent de 25°, mais il diminue rapidement et il ne possède plus qu'une valeur de 7 à 8°.

Autres systèmes. — D'autres failles intéressent les sédiments jurassiques qui bordent le Plateau Central, mais elles sont situées à l'ouest des précédentes. Leur extension est beaucoup plus locale, et elles semblent, au premier abord, ne pas avoir de rapports les unes avec les autres. Leur étude montre qu'elles concourent souvent, comme les premières, à l'affaissement général du bassin de l'Aquitaine.

a). La faille la plus méridionale que j'ai observée s'étend de Granges d'Ans à Chourgnac d'Ans et présente peut-être des rapports avec la faille de Châtres signalée par M. Mouret. Le long de cette faille, le Bajocien supérieur et, par places, le Bathonien, butent contre les divers étages du Lias. La dénivellation est d'environ 120 mètres.

b). Dans la vallée qui s'étend de Corgnac à Eyzerac, une faille a brusquement affaissé l'Hettangien, le Charmouthien, le Toarcien et le Bajocien, produisant ainsi un rejet de 80 mètres.

c). Plus au nord, à Varaignes (fig. 4), la granulite et les étages du Lias apparaissent dans cinq petites vallées le long d'une faille qui les met en contact avec le Bajocien supérieur.

d). Aux environs de Montbron, depuis Bel-Air jusqu'à la Tour de la Fenêtre, en passant par Orgedeuil, une faille brisée de direction générale N.E.-S.O., a amené l'affaissement du Bajocien dans la plaine d'Orgedeuil, laissant en saillie une arête montagneuse constituée par les micaschistes et les étages du Lias. Le rejet est encore de 70 mètres environ.

Des failles locales se voient à Jomelières et à Lithrac, mais leur importance est tout à fait secondaire.

Sur la feuille de Confolens, on observe, mais seulement dans les vallées, les plateaux étant recouverts par des argiles tertiaires, un certain nombre de failles qui ont peut-être des rapports les unes avec les autres. Elles présentent toutes, en effet, comme particularités, d'amener en contact un ou plusieurs étages du Lias avec le Bajocien. De plus, le rejet qu'elles produisent est sensiblement le même. Tous ces tronçons qu'il est difficile de relier à cause des raisons indiquées plus haut, passent par Saint-Claud, Saint-Laurent-de-Céris, Nanteuil, Vieux-Ruffec, Benest, sur la Charente, Verneuil et La Valette sur le Clain.

En résumé, nous voyons que le bord ouest du Plateau Central et que les terrains primaires ou jurassiques qui lui forment une ceinture de ce côté sont affectés par des failles ayant, pour la plupart,

amené l'effondrement des assises secondaires. On aurait autour de ce massif une aire d'affaissement relatif. En un mot, le *Plateau Central serait un horst*. Ce sont, d'une façon plus générale, les conclusions auxquelles était arrivé M. Mouret pour le bassin de Brive.

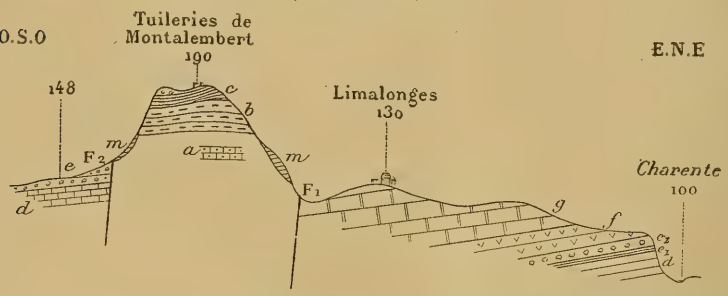
D'assez nombreux géologues étudiant le Plateau Central, au nord, à l'est et au sud, avaient émis une opinion semblable. Il sera possible maintenant de généraliser davantage.

Existence de Horsts dans le bassin de l'Aquitaine. — D'autres faits viennent ajouter de nouveaux arguments en faveur de la théorie que je viens d'indiquer. Ils consistent, en l'existence, le long du Plateau Central et dans le détroit du Poitou, de compartiments (auxquels par extension je donne le nom de *horsts*), restés en saillie au milieu des couches sédimentaires, abaissées sur leur pourtour.

Tels sont au sud, l'îlot de roches anciennes de Terrasson et celui de Beaumont signalés par M. Mouret, que l'on peut considérer comme des témoins de l'ancienne extension du Plateau Central.

Dans le détroit du Poitou, deux collines constituées par les étages du Lias et par des roches éruptives ont été formées par l'affaissement des couches jurassiques qui les entouraient.

Fig. 5. — Allure schématique des couches aux environs de Montalembert (Deux-Sèvres).



a, Charmouthien ; *b*, argiles grises à *Harpoceras fallaciosum* ; *c*, argiles et marnes à *Grammoceras aalense* ; *d*, Bajocien moyen et supérieur ; e_1, banc pourri ; e_2, calcaires du Bathonien inférieur à *Perisphinctes zigzag* ; *f*, Bathonien supérieur ; *g*, Callovien ; *m*, éboulis et par places argiles à silex ; F_1, F_2, failles.

L'une d'elles, celle de Champagné-Saint-Hilaire, avait attiré l'attention de de Longuemar et M. Rolland l'avait étudiée au point de vue stratigraphique ; mais on n'avait pas essayé d'expliquer sa formation. La colline de Montalembert avait également intrigué plusieurs géologues.

M. Welsch la considère comme une portion d'un pli anticlinal qui se continuerait jusqu'aux deux rives de l'ancien détroit Poitevin. Je donnerai une toute autre explication. Cette dernière colline, en effet, comme celle de Champagné-Saint-Hilaire, est découpée par des failles l'isolant des couches effondrées (Bajocien supérieur au sud, Callovien au nord) qui l'entourent. Si pour la colline de Sauzé-Montalembert ces failles sont moins visibles que pour la colline de Champagné, cela tient à la nature des sédiments qui la recouvrent. Ce sont, en effet, des argiles Toarciennes et des ilots d'argiles tertiaires qui en forment le couronnement. Le ruissellement des eaux atmosphériques a entraîné facilement des sédiments ayant aussi peu de consistance et des éboulis se sont produits de tous côtés, masquant en partie, sur les pentes, les accidents dont nous venons de parler.

Il est curieux d'observer que dans ces deux ilots le Toarcien est à l'altitude de 190, c'est-à-dire à une altitude sensiblement la même que celle que l'on observe des deux côtés du détroit, sur le Massif Vendéen et sur le Plateau Central. En outre, au pied des deux collines, l'altitude du Toarcien est de 90^{m}. La dénivellation dans les deux cas est donc environ de 100 mètres.

Il est difficile de préciser l'âge des mouvements qui ont amené la formation des horsts poitevins, en raison de l'absence de fossiles dans les sédiments tertiaires de la région.

RESTES D'HYÈNES RAYÉES DE LA BRÈCHE D'ES-TALIENS A BAGNÈRES-DE-BIGORRE (HAUTES-PYRÉNÉES),

par **Edouard HARLÉ** (1).

Visitant, il y a quelques semaines, le Musée de Bagnères-de-Bigorre, j'examinai une mandibule d'Hyène à moitié ensevelie dans un morceau de brèche. Je fus étonné de ce que la carnassière ne paraissait pas plus longue que chacune des deux dernières prémolaires. Comme, à la mandibule de l'*Hyœna spelœa*, la carnassière est beaucoup plus longue que chacune des deux dernières prémolaires, je supposai, contrairement à ma première opinion, que l'échantillon en question pouvait ne pas appartenir à cette espèce. Je demandai à M. le pasteur Charles Frossard, qui dirige ce Musée comme représentant de la Société Ramond, de me confier, pendant quelque temps, cet échantillon et les autres pièces d'Hyènes ayant la même gangue. Il eut l'amabilité d'y consentir. J'empruntai ainsi au Musée de Bagnères-de-Bigorre trois pièces d'Hyènes, je burinai hors de leur gangue les parties les plus caractéristiques et je les étudiai à loisir.

Provenance

Ces trois pièces font partie de la collection recueillie par l'ouvrier cordonnier Davezac et acquise par la ville après son décès. Davezac avait l'habitude de cacher les provenances de ses échantillons afin de conserver le monopole des gisements qu'il fouillait. Le singulier catalogue de sa collection qu'il a fait imprimer contient, comme seule indication d'origine, cette mention générale que tous les ossements fossiles ont été « extraits du sol des Hautes-Pyrénées sans sortir des limites du département ». Cette indication est confirmée, en ce qui concerne les pièces d'Hyènes en question, par une étiquette, collée sur l'une d'elles, portant les mots « Hautes-Pyrénées ».

Il est bien connu que Davezac a exploité et complètement épuisé une brèche, très riche en ossements, située, tout près de Bagnères-

(1) Note présentée à la séance du 21 janvier 1895; manuscrit remis le même jour. Épreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 17 février 1895.

de-Bigorre, au lieu dit Es-Taliens (ou Les-Taliens, ou Estalient), sur la montagne Le Bédat, à environ 800 mètres d'altitude. Tous les morceaux de brèche empâtant des os, qui se trouvent dans sa collection, sont de même nature. Ils ne diffèrent d'ailleurs en rien des débris de son exploitation que j'ai ramassés à Es-Taliens. Il semble donc que tous ces échantillons, et en particulier les trois pièces d'Hyènes en question, proviennent du gisement d'Es-Taliens.

Pour plus de sûreté j'ai voulu comparer la brèche d'Es-Taliens avec les autres brèches osseuses du département.

Lartet (1) a signalé la découverte d'ossements d'un Rhinocéros voisin du bicorne du Cap dans deux grottes des environs de Bagnères-de-Bigorre, situées l'une à Beaudéan, l'autre dans la montagne de Serris. J'ai montré (2) qu'il s'agit d'une seule et même grotte, mise à découvert par l'exploitation d'une carrière, à la limite du village de Beaudéan, dans le vallon de Serris et ensevelie maintenant sous un remblai. Philippe, décrivant cette grotte, où il a trouvé quelques ossements, s'exprime ainsi (3): « Le sol... est » couvert de débris de roches calcaires, solidifiées par la stalag- » mite... l'on aperçoit, par-ci, par-là, se faisant jour à la surface du » sol, des portions osseuses liées par un ciment calcaire plus ou » moins solide ». Je me suis demandé si les pièces d'Hyènes de Davezac ne proviennent pas de cette sorte de brèche de la grotte de Beaudéan. Mais les échantillons de brèche de Davezac sont composés d'un ciment, qui n'est pas de la stalagmite, et de morceaux de rocher dont la nature diffère de celle des fragments que j'ai détachés de la carrière de Beaudéan. Ils ne proviennent donc pas de la grotte de Beaudéan.

Ces échantillons ne proviennent pas non plus de la brèche à *Rhinoceros Merckii* que j'ai découverte et exploitée dans la carrière de Montoussé (Hautes-Pyrénées), vallée de la Neste. Cette carrière est à 40 kilomètres de Bagnères-de-Bigorre, où habitait l'ouvrier cordonnier Davezac, la brèche n'était probablement pas encore mise à jour de son vivant et, fait le plus important, elle est d'une autre nature.

En résumé, il me paraît certain que les morceaux de brèche de la

(1) Notice sur la colline de Sansan, etc., 1851, p. 30.

(2) Les brèches à ossements de Montoussé, Appendice II, *Soc. d'Hist. Nat. de Toulouse*, 1892.

(3) Cavernes à ossements des environs de Bagnères-de-Bigorre, *Soc. Linnéenne de Bordeaux*, 1852.

collection Davezac et, en particulier, les trois qui contiennent des restes d'Hyènes, ont été extraits d'Es-Taliens.

Détermination

La pièce qui avait d'abord attiré mon attention est une mandibule gauche munie de toutes ses dents, sauf les incisives. Les trois prémolaires sont en partie masquées par la gangue. La carnassière est en mauvais état. La longueur de la carnassière est 24 millimètres et celle de chacune des deux dernières prémolaires ne paraît guère moindre. La longueur occupée par l'ensemble des prémolaires et de la carnassière est 82 millimètres (mesure prise sur la face interne). La faible longueur relative de la carnassière exclut l'*Hyœna spelœa* et rappelle au contraire l'Hyène rayée. L'arête saillante de la face interne de la canine se termine inférieurement, non pas comme chez l'*Hyœna spelœa*, mais comme chez l'Hyène rayée.

Fig. 1.

Fig. 2.

J'ai emprunté aussi à la collection Davezac une mandibule droite, du même individu que la mandibule gauche que je viens de décrire. Elle n'a conservé d'autres dents que ses prémolaires. J'ai dégagé, au burin, la seconde de ces trois prémolaires et je l'ai figurée en plan et suivant sa face externe (fig. 1 et 2). Elle diffère de la dent correspondante de l'*Hyœna spelœa*, mais ressemble au contraire à celle de l'Hyène rayée. Ainsi, comme à l'Hyène rayée, elle est beaucoup moins haute que chez l'*Hyœna spelœa* — sa pointe correspond à peu près au milieu de sa base, tandis que chez l'*Hyœna spelœa*, la pointe est plus en arrière, faisant paraître cette dent inclinée vers l'arrière — la base de la couronne, du côté externe et du côté interne, est à peu près rectiligne, tandis que, chez l'*Hyœna spelœa*, elle est fortement relevée vis-à-vis de l'intervalle des deux racines — le ressaut ou talon postérieur est plus long que chez l'*Hyœna spelœa* — le contour de la dent, vue en plan, n'a pas, notamment à la face interne, la même forme que chez l'*Hyœna spelœa* — la partie antérieure de la crête de la dent est moins du côté intérieur que chez l'*Hyœna spelœa*. Cette dent d'Es-Taliens n'appartient donc pas à l'*Hyœna spelœa*, ni par conséquent à l'Hyène tachetée, dont l'*Hyœna spelœa* diffère extrêmement peu. Elle n'appartient pas non plus à

l'Hyène brune, car la dent correspondante de cette espèce se rapproche de celle de l'*Hyœna spelœa* (1). La dent d'Es-Taliens est semblable à la dent correspondante de l'Hyène rayée. Elle est d'Hyène rayée.

Les dimensions en plan de cette dent sont : longueur 22 millim., largeur 14 millim., d'où résulte qu'elle est proportionnellement plus épaisse que les dents correspondantes de l'Hyène rayée actuelle que j'ai vues.

Pour dégager largement de sa gangue cette seconde des trois prémolaires, j'ai dû également dégager la première. J'ai constaté qu'elle est aussi plus épaisse que chez l'Hyène rayée actuelle, car elle a 16 millim. de longueur sur 11 millim. de largeur, mais que, à cela près, sa forme est la même. En effet, cette dent est aussi large dans la partie antérieure que dans la partie postérieure, au lieu d'être, comme chez l'*Hyœna spelœa*, plus étroite en avant, et la pente de sa face interne est régulière, au lieu de présenter, comme chez l'*Hyœna spelœa*, un creux très marqué.

Fig. 3.

Fig. 4.

La troisième pièce d'Es-Taliens est une portion de mâchoire supérieure gauche munie de la tuberculeuse et de la partie postérieure de la carnassière. J'ai figuré cette pièce en plan et, de plus, le morceau de sa carnassière suivant sa face interne (fig. 3 et 4). Comme chez l'Hyène rayée, le dernier lobe de la carnassière est court et la tuberculeuse est grande et de forme allongée (2).

L'Hyène d'Es-Taliens est donc une Hyène rayée. Toutefois, les pièces d'Es-Taliens présentent quelques petites différences avec les pièces correspondantes d'Hyène rayée actuelle que j'ai vues : elles sont, en effet, grandes — les dents sont relativement plus épaisses — la tuberculeuse est beaucoup plus large (d'avant en arrière) dans

(1) J'ai étudié la dent correspondante de l'Hyène brune sur les documents suivants :
Moulage, au Muséum de Toulouse.
Figure publiée par Wagner dans *Abhandl. Münch. Akad.*, 1843.
Figures publiées par de Blainville dans Ostéographie.
Figure publiée par G. Busk dans *Linnean Society's Journal, Zoology*, 1866.

(2) Les dimensions de la couronne de cette tuberculeuse sont, en millimètres : longueur, 16; largeur maxima de la partie voisine de la carnassière, 8 ; largeur de la partie la plus éloignée de la carnassière, 6. Sur la figure 3 on voit, du côté le plus éloigné de la carnassière, une racine en prolongement de la couronne.

sa partie voisine de la carnassière — la tuberculeuse a une direction moins perpendiculaire à celle de la carnassière — le talon de la carnassière inférieure paraît moins important.

Observations diverses

En outre des trois pièces d'Hyène rayée que je viens de décrire, j'ai reconnu, dans les morceaux de brèche d'Es-Taliens, des restes d'un grand Bovidé, d'un Cerf qui paraît être l'Élaphe et d'un petit Ruminant.

J'ai déjà signalé la découverte que j'avais faite, dans un autre gisement des Pyrénées, la grotte de Montsaunès (Haute-Garonne), de restes d'Hyène rayée avec une faune de climat chaud (1), conclusions qui ont reçu depuis la haute sanction de M. Albert Gaudry. La présence, si caractéristique, de l'Hyène rayée doit faire admettre que le gisement d'Es-Taliens est contemporain de celui de Montsaunès, d'autant que les particularités de détails de la dentition des Hyènes de ces deux gisements semblent être les mêmes, du moins dans la limite des échantillons que j'ai vus. J'ai montré que l'on ne connaissait, dans le Midi de la France, qu'un seul autre gisement à Hyène rayée, la grotte de Lunel-Viel (Hérault) (2). Dans aucun de

(1) *Comptes-Rendus*, 9 avril 1894, et *B. S. G. F.*, 1894, p. 234. J'ajoute que, d'après une note publiée par M. Nehring dans *Naturwissenschaftliche Wochenschrift*, 19 août 1894, la carnassière inférieure qui m'avait fait songer un moment au *Cuon* appartient très probablement à ce genre. La faune de Montsaunès comprend donc, non-seulement un vrai *Canis*, mais aussi très probablement un *Cuon*. J'observe que le talon de la carnassière en question possède, au lieu de la pointe intérieure ordinaire des *Canis*, un petit rebord très net, déterminant un vallon entre lui et la pointe extérieure, laquelle n'occupe ainsi qu'une partie de la largeur du talon.

Des restes du genre *Cuon* ont déjà été découverts dans une autre grotte des Pyrénées, la grotte de Malarnaud (Ariège), où ils ont été signalés par M. Filhol. Ils s'y trouvaient avec *Ursus spelæus*, *Hyæna spelæa*, *Rhinoceros tichorhinus*, etc., c'est-à-dire avec une faune froide, bien différente de la faune chaude plus ancienne de Montsaunès. Je possède trois mandibules de *Cuon* qui ont été découvertes à Malarnaud par M. Bourret et que j'ai décrites dans l'*Anthropologie*, 1891, sous le nom de *Cuon Bourreti*. J'observe que, à ces trois échantillons, le talon de la carnassière n'est pas identique à celui de la carnassière de *Cuon* de Montsaunès. En effet, la pointe extérieure y est tellement développée qu'elle occupe tout le talon; il n'y a d'autre trace de la pointe intérieure qu'une diminution de la pente du talon; il n'y a pas trace de vallon.

(2) J'ai fait remarquer plus haut que la tuberculeuse de l'Hyène d'Es-Taliens diffère de celle de l'Hyène rayée actuelle. La tuberculeuse de l'Hyène de Montsaunès, que j'ai figurée dans *B. S. G. F.*, 1894, p. 236, est semblable à celle de l'Hyène d'Es-Taliens. Par contre, d'après Gervais, chez l'Hyène de Lunel-Viel « la tuberculeuse est semblable à celle de l'Hyène rayée » (*Zool. et Pal. Fr.*, 1859, p. 241). Il se peut donc que l'Hyène rayée d'Es-Taliens et de Montsaunès constitue une variété distincte que l'on pourrait appeler *pyrenaïca* ?

ces trois gisements il n'a été trouvé d'*Hyœna spelœa*. Deux, la grotte de Lunel-Viel et la grotte de Montsaunès, ont donné du Rhinoceros et ce Rhinoceros appartient au type *Merckii*. Comme, d'autre part, en Angleterre, à Bordeaux (gisement de Laroque) et à Gibraltar, on a trouvé ce même type de Rhinoceros, sans Hyène rayée, mais avec *Hyœna spelœa*, c'est-à-dire avec l'espèce d'Hyène qui a vécu jusqu'à la fin du Quaternaire, il semble que l'Hyène rayée ait cessé d'exister, dans nos pays, avant les derniers temps du *Rhinoceros Merckii*. Les gisements d'Es-Taliens, de Montsaunès et de Lunel-Viel sont néanmoins plus récents que le Tertiaire. Voici, à ce sujet, un argument à ajouter à ceux que j'ai déjà donnés : M. Forsyth Major, étudiant un *Sus* pliocène, contemporain de la faune du Val d'Arno (1), a fait observer que, à la défense inférieure des *Sus* pliocènes, la bande d'émail extérieure est aussi large que l'intérieure, tandis que, chez le *Sus scropha*, la bande extérieure est beaucoup plus étroite que l'intérieure. J'ai constaté que mes défenses inférieures de *Sus* de Montsaunès ont les bandes d'émail dans la même proportion que chez le *Sus scropha*. Les gisements de Montsaunés, d'Es-Taliens et de Lunel-Viel appartiennent aux débuts du Quaternaire.

(1) *Geological Magazine*, 1890, p. 307.

LE BATHONIEN DES ENVIRONS DE TOULON ET SES ÉCHINIDES.

DESCRIPTION D'UN NOUVEAU GENRE *HETEROPEDINA*

par **MICHALET** (1).

Les couches bathoniennes des environs de Toulon constituent, au point de vue échinologique, une série de gisements intéressants dont la plupart des espèces sont, jusqu'ici, spéciales à la région.

Les plus riches de tous, et, on peut l'ajouter, deux des plus remarquables gisements d'Échinides qui aient été rencontrés, sont celui de St-Hubert et celui de Puget-Ville.

Le premier est situé à la base marneuse des bancs calcaires compacts bathoniens qui couronnent, en hémicycle, les hauteurs du vallon de Valaury.

Le Bathonien de St-Hubert a, depuis longtemps, attiré particulièrement l'attention des géologues, non-seulement à cause de l'abondance et de la variété de ses fossiles, de l'ensemble des horizons jurassiques inférieurs qu'il complète, mais, aussi, à cause de la vivacité et de la longueur des débats auxquels a donné lieu, entre Coquand d'un côté, Dieulafait et Hébert de l'autre, la classification des dolomies dont il n'est séparé que par des couches à Pholadomyes qui furent mêlées forcément à la grande discussion.

Hébert, Jaubert, Coquand, Dieulafait ont donné de nombreuses coupes de Valaury et bien fait connaître le côté stratigraphique depuis les bancs à *Avicula contorta* qui sont au pied du vallon, et du millieu desquels une faille a fait jaillir la belle source du *Thon*, jusqu'aux dolomies, de niveau si longtemps indécis, qui se profilent de loin en sommets aigus par delà la barre formée par le Bathonien compact, et sur l'un desquels sont encore debout quelques ruines d'une vieille chapelle bâtie sous le vocable de St-Hubert.

La partie paléontologique a moins préoccupé les géologues.

Cependant MM. Douvillé et Zurcher ont étudié en 1884 (2) la faune du Bajocien et surtout les Ammonites de la zone à *Ammonites Sowerbyi* dont plusieurs espèces nouvelles ont été décrites.

M. Gourret a aussi publié, en 1886, dans la *Revue des Hautes*

(1) Note présentée à la séance du 27 janvier 1895; manuscrit remis le 16 janvier. Epreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 25 février 1895.

(2) *B. S. G. F.*, 3e Sér., tome 13.

Études(1), des *Recherches sur le Lias et l'Oolithe des environs de Marseille et de Toulon* où, dans un but spécial, il compare à la fois la structure et la faune de certains points des Cévennes et de la Provence. Il y a consacré un chapitre à Valaury et il y énumère, avec leur plus ou moins de fréquence, les espèces recueillies à chacun des niveaux du vallon. Il ne cite, cependant, à l'horizon bathonien, en fait d'Échinides, que deux espèces qu'il note très rares. A la vérité, dans des considérations générales qui terminent le chapitre, il parle de la célébrité du gisement bathonien de Puget-Ville due à la présence de nombreux Oursins, mais pas plus pour cette dernière station, que pour Valaury, il ne donne la liste des Échinides qui n'existe qu'éparse dans la *Paléontologie française*.

Ce sont les recherches de Jaubert et celles de M. Peron qui ont fait connaître la faune échinique du gisement de St-Hubert, comme de celui de Puget-Ville, et presque toutes les espèces spéciales à ces localités portent avec justice leur nom. Les explorations de M. Peron qui ont eu lieu cependant après celles de Jaubert, ont enrichi cette faune des espèces les plus rares : *Galeroclypeus Peroni*, *Pygaster Peroni*, *Orthopsis Peroni*, etc.

Le gisement de Puget-Ville, aussi riche que celui de St-Hubert, présente avec ce dernier cette particularité que les espèces qui y sont le plus abondantes sont très rares ou font absolument défaut à St-Hubert. Au point de vue stratigraphique, les bancs compacts, à la base desquels sont les Oursins, couronnent à Puget-Ville, comme à Valaury, la série complète du Jurassique inférieur de la région, et il s'y développe, au-dessous, à très peu de chose près, dans les mêmes conditions. Mais il n'y est pas lui-même surmonté par les dolomies ni même par les couches à Pholadomyes.

Après ces deux gisements il faut mentionner celui de Forcalqueiret, presque aussi important, et qui n'est inconnu que parce qu'il a été confondu, sans doute, avec celui de Puget-Ville dont il est cependant bien distinct. Entre les villages de Forcalqueiret et de Rocbaron, les couches bathoniennes descendent des hauteurs où elles sont, au nord de Puget-Ville, jusqu'au-dessous des grandes ruines du château de Forcalqueiret, et offrent au bord de la route qui mène à Rocbaron, non pas, à proprement parler, un seul gisement, mais plusieurs qui ont aussi leurs espèces préférées d'Échinides.

Vient ensuite, aux environs plus immédiats de Toulon, le Bathonien très fossilifère de *la Gorguette*, près de Bandol, et sur le bord

(1) Année 1886, n° 7.

même de la mer, qu'ont décrit les premiers Jaubert et Dumortier, mais où les Oursins sont moins abondants que les autres espèces. M. Gourret, dans le travail indiqué plus haut, a aussi étudié la succession jurassique qui se développe entre Sanary (1) et Bandol et en a catalogué soigneusement la faune.

On rencontre encore, toujours sur le bord de la mer, au lieu dit *la Galère*, entre Bandol et St-Cyr, un Bathonien fossilifère. Ce gisement est moins connu que le précédent. Les fossiles y sont en un peu moins grand nombre qu'à la Gorguette, la couche qui les renferme principalement est très difficile à atteindre, mais il y a au moins autant d'Échinides, et ils y sont d'une belle conservation.

Ces cinq localités sont les seules importantes. Dans la vallée de Dardennes on rencontre les couches bathoniennes à plusieurs hauteurs bien différentes à cause des bouleversements de niveaux produits par de nombreuses failles. Mais un seul point, le Nest, près du fort des Pommets, a offert des Échinides.

M. Cossman, dans son beau mémoire, *Contributions à l'étude de la faune de l'étage bathonien en France, Gastropodes* (2), a indiqué tantôt l'un, tantôt l'autre des divers gisements que je viens d'énumérer pour une certaine quantité d'espèces de Gastropodes qui y ont été récoltées par M. Peron ou par moi.

Après cette vue d'ensemble, étudions maintenant en détail la faune échinitique de chacune de ces stations.

A St-Hubert, les Échinides ne commencent à se montrer que dans les premiers lits d'une alternance de marnes et de calcaires marneux qui n'a guère plus, dans son épaisseur moyenne, d'une douzaine de mètres. Elle est entre les bancs bathoniens compacts formant barre, qu'elle supporte, et un premier niveau bathonien à Ammonites dont la puissance ne peut être que très difficilement appréciée à cause de la pénurie des fossiles et de la médiocre conservation des rares Céphalopodes que l'on rencontre depuis la zone à *Ammonites Sowerbyi*.

Les diverses espèces d'Échinides contenues dans cette alternance ne se rencontrent pas, indifféremment, dans l'un ou l'autre des lits qui la composent. En allant de bas en haut on ne trouve d'abord que *Diplocidaris Dumortieri* Cotteau, en fragments plus ou moins importants, au milieu d'un véritable amoncellement de petites *Ostrea* d'une détermination difficile, mais qui me paraissent devoir être

(1) Ce village s'est appelé St-Nazaire jusqu'à ces derniers temps.
(2) *Mém. Soc. Géol. Fr.*, 3e Sér., tome 3.

rapportés, et c'est aussi l'avis de MM. Peron et Collot, qui ont bien voulu revoir la détermination des espèces indiquées dans ce travail, à *Exogyra linguatula* Volton (in Morris et Lycett), et à *Ostrea obscura* Sowerby.

Plus haut, et accompagnés de quelques *Lima* de plusieurs espèces, surtout de l'espèce *cardiiformis* Morr. et Lyc., de quelques *Eligmus polytypus* Deslongch., *Eudesia cardium* Lamark, de nombreuses *Ostrea gregaria* Sowerby, de très nombreux *Eudesia Niedwjedski* Szanojcha (in Deslongchamps) (1), et d'innombrables Spongiaires de petite taille, les assises bathoniennes renferment de nouveaux débris de *Diplocidaris Dumortieri*, puis de rares radioles de *Cidaris meandrina* Agassiz, *Cidaris bathonica* Cotteau, *Rhabdocidaris horrida* de Loriol, d'un autre *Cidaris* ou *Rhabdocidaris* qui paraît être une espèce nouvelle, autant que la conservation de ces radioles permet de l'affirmer, de plus rares radioles encore de *Cidaris Michaleti* Cotteau, des *Hemicidaris Jauberti* Cotteau, en petit nombre et habituellement jeunes, d'un peu plus fréquents *Leiosoma Jauberti* Cotteau, et des *Magnosia Peroni* Cotteau, d'une grande rareté.

C'est à ce niveau précis qu'a été récolté l'échantillon unique appartenant au genre nouveau décrit à la fin de cette note.

Les *Pseudocidaris Peroni* Cotteau, et les *Asterocidaris minor* Cotteau, paraissent habiter les plus hauts lits de l'alternance, je veux dire ceux où le calcaire marneux passe à la compacité. Les jeunes surtout de ces deux espèces y sont assez communs, principalement de la dernière. C'est avec eux que j'ai recueilli les uniques exemplaires de *Stomechinus Peroni* Cotteau, et de *Stomechinus Varusensis* Cotteau, que je possède de St-Hubert, ainsi qu'un fragment important d'une espèce rarissime qui n'avait pas encore été rencontrée en Provence, *Stomechinus Michelini* Cotteau. M. Cotteau a figuré ce fragment dans la *Paléontologie française*.

Des trois autres espèces *Pygaster Peroni* Cotteau, *Stomechinus Schlumbergeri* Cotteau, et *Polycyphus Jauberti* Cotteau, que la *Paléontologie française* indique encore à Valaury, la seconde ne s'est jamais offerte à moi dans n'importe lequel de nos gisements des environs de Toulon, bien que la *Paléontologie* la donne pour assez commune à Valaury. J'ai bien récolté la première et la troisième, mais pas à St-Hubert. Il m'est donc impossible de dire où paraît en être là le niveau précis.

(1) Deslongchamps (Paléontologie française) figure cette espèce du Var, et croit qu'elle y remplace sa congénère *Eudesia flabellum* Defrance, qui ne paraît pas exister dans le Midi.

M. Gourret ne mentionne dans le Bathonien de St-Hubert que deux espèces d'Échinides dont la première, *Rhabdocidaris horrida* de Loriol, y est cependant rare, et dont je n'ai jamais trouvé la seconde, *Rhabdocidaris Varusensis* Cotteau. Mais peut-être y a-t-il eu confusion pour cette dernière, car M. Gourret n'en cite que les radioles, et la *Paléontologie* n'en mentionne de connu que le test, et encore dans le Bajocien de Cuers.

Il est bien difficile de récolter des Échinides dans les bancs de plus en plus compacts qui succèdent à l'alternance de marnes et de calcaires marneux. En tout cas, je n'ai jamais pu y en distinguer un seul. Mais il y a, immédiatement au-dessus d'eux, d'autres couches fossilifères, les couches à Pholadomyes, où l'on rencontre encore des Échinides, et au sujet desquelles persiste une confusion que je voudrais m'efforcer de dissiper, bien que leur examen, même dans ses lignes générales, ne soit, malgré son intérêt, rattaché à ce travail que d'une manière éloignée.

Dès 1861, Hébert signala à St-Hubert, au-dessus des bancs compacts de la Grande Oolithe, des calcaires gris marneux à *Pholadomya carinata*, Goldfuss, fossile caractéristique, dit-il, de la base de l'Oxford-Clay. Il ajoute qu'on a néanmoins cité cette espèce dans les assises supérieures de la Grande Oolithe.

En 1864, Jaubert, dans la grande coupe du vallon de Valaury, jointe à la note qu'il envoyait de Portugal à la Société géologique, réunie à Marseille, appelle aussi ces couches calloviennes. Il y distingue d'abord *des grès micacés jaunâtres, entremêlés de marnes grises et de calcaires marneux renfermant très abondamment la Pholadomya carinata, au-dessus des grès ferrugineux à Polypiers et Bivalves, où il a aussi recueilli un Echinoderme, et enfin des calcaires marneux et des marnes micacées grises ou bleues.*

En 1871, Coquand, à propos de sa grande controverse sur les dolomies supérieures, est amené à parler des couches à Pholadomyes, qu'il appelle des *calcaires marneux placés entre les couches à Terebratula flabellum et les dolomies de St-Hubert.* Elles sont pour lui du Bathonien supérieur. Il compare les fossiles qu'il y a recueillis avec des fossiles de Biot et de Valdonne (Alpes-Maritimes), qu'il croit de même horizon. Il a récolté, lui aussi, à St-Hubert, un grand nombre de Pholadomyes, mais il y distingue deux espèces dont aucune cependant ne correspond pour lui aux types donnés par Goldfuss et Agassiz. Il a rencontré l'une des deux à la fois, dans les couches en question et dans les bancs inférieurs à *Terebratula flabellum.* Il fait d'ailleurs remarquer que *Pholadomya carinata* Goldf., est citée

dans le Callovien et dans le Jurassique inférieur. Il mentionne ausssi, avec les Pholadomyes, l'*Anabacia orbulites*, dont les exemplaires sont identiques en tous points avec ceux de cette même espèce recueillis à Bandol dans les couches appartenant pour tous au Bathonien. Il cite encore plusieurs autres espèces communes aux couches à Pholadomyes et au niveau à *Terebratula flabellum*, et remarque enfin que ces couches ne ressemblent en rien ni au Callovien de Marseille, riche en Ammonites (*Amm. macrocephalus*, *Amm. anceps*), ni à celui d'Escragnoles et Coursegoules, qui est lithographique et contient aussi des Ammonites. Pour lui, le vrai niveau callovien et aussi le niveau oxfordien sont représentés à St-Hubert, en tout ou partie, par les dolomies elles-mêmes dont l'épaisseur est si considérable.

En 1886, M. Gourret est du même avis que Hébert et Jaubert, et tient aussi pour calloviens les *grès micacés fins*, *gris cendré avec plaques bleuâtres qui sont en bancs épais au-dessus de la barre bathonienne et se délitent en plaques*. Il y cite, le premier, des Ammonites : *Ammonites macrocephalus* Schlotheim (in d'Orbigny), *Ammonites Backeriæ* (in d'Orbigny), comme assez rares, il est vrai.

En 1887, M. Marcel Bertrand, dans sa Carte géologique de Toulon, rapporte au Bathonien supérieur les *marnes jaunâtres micacées*, *avec quelques oolithes ferrugineuses contenant*, dit-il très catégoriquement dans la note explicative de la Carte, *avec Pholadomya carinata*, la faune de Ranville.

Je crois aussi que les couches à Pholadomyes appartiennent encore au Bathonien supérieur. Ces couches ont, dans leur plus grande épaisseur, près d'une centaine de mètres, et on peut se rendre un compte exact de tout leur développement en s'engageant dans un sentier qui va du *poste Nègre*, situé au *Pas de Loubière*, à la source, si fraîche en été, *des Tournes*. Partout ailleurs les couches sont plus ou moins dénudées ou recouvertes par les dolomies.

Les deux premiers tiers sont formés de calcaires marneux ou gréseux de couleur blanchâtre ou jaunâtre, quelquefois bleuâtre, et ferrugineux par places. C'est surtout vers le haut de cette première partie des couches qu'on peut récolter les Pholadomyes. On rencontre ensuite une petite assise très mince de calcaire compact très ferrugineux. Elle n'a pas un mètre, mais elle est pétrie de fossiles. On n'en rencontre plus un seul dans les bancs de calcaires feuilletés blancs ou bleus qui succèdent à l'assise ferrugineuse et qui supportent immédiatement les dolomies.

Je n'ai jamais recueilli dans ces couches où je fais, depuis bien

longtemps, de longues et minutieuses recherches, que des Ammonites de très médiocre conservation, très rares d'ailleurs comparativement aux échantillons des autres espèces, et qu'il ne m'a été possible de rapprocher que de *Ammonites microstoma* d'Orbigny et de *Ammonites contrarius* d'Orbigny. Je n'ai pas vu les exemplaires d'Ammonites recueillis par M. Gourret, mais ni les recherches de Jaubert, ni celles d'Hébert, de Coquand, de Dieulafait, les premiers explorateurs de ces couches, ne les ont mis en possession d'exemplaires bien déterminables d'Ammonites qui eussent constitué des documents très importants pour le grand litige sur l'âge des dolomies. Aucun d'eux ne mentionne d'Ammonites dans les couches à Pholadomyes. Coquand a bien soin, au contraire, de faire remarquer que les couches à Pholadomyes de St-Hubert *ne ressemblent en rien au Callovien très ammonitifère* de Marseille, où il cite *Ammonites macrocephalus* et *Amm. anceps*, ni à celui de Coursegoules et Escragnoles, qui a aussi des Ammonites.

En second lieu, j'ai récolté à chacune de mes visites des couches à Pholadomyes, dans l'assise ferrugineuse *au-dessus de laquelle je n'ai jamais trouvé de fossiles,* un si grand nombre d'exemplaires d'*Anabacia orbulites* Lamouroux spec., in Michelin, de parfaite conservation, que j'ai été bien étonné de ne pas trouver cette espèce mentionnée — à tout le moins comme rare — dans la liste de celles que M. Gourret a reconnues à ce niveau.

Coquand, je l'ai remarqué déjà, a signalé la présence de cette espèce et dans les couches à Pholadomyes et dans les couches bathoniennes à Echinides de Bandol. J'ai moi-même recueilli une certaine quantité d'exemplaires dans les gisements de Puget-Ville et de Forcalqueiret. Or, l'on sait que ce zoophyte est une des espèces caractéristiques du Bathonien supérieur dans le bassin de Paris (1). *Anabacia orbulites* se trouve dans le Bathonien de Meurthe-et-Moselle, dans celui des Ardennes, dans celui de l'Aisne, dans le Pas-de-Calais. A Ranville, il accompagne *Eudesia cardium* et *Acrosalenia spinosa*, etc.

Une autre espèce presque aussi abondante que *Anabacia orbulites* dans nos couches à Pholadomyes, et que je n'ai jamais rencontrée également que dans l'assise ferrugineuse, le plus haut niveau fossilifère des couches appartient également à la Grande Oolithe :

(1) De Lapparent, Traité de Géologie, édition de 1885, page 947, où *Anabacia orbulites* est adopté comme un des deux fossiles caractéristiques de la zone supérieure du Bradfordien, pages 962, 963, etc.

Thracia cartaurata Morris et Lyc. M. Gourret ne la cite pas non plus.

Il n'indique comme abondante qu'une seule espèce, qu'il a regardée comme nouvelle et décrite sous le nom de *Pholadomya Hubertina* Gourret (1). C'est précisément la Pholadomye qui a servi à étiqueter le niveau et dont on avait jusqu'ici attribué les nombreux échantillons à *Pholadomya carinata* Goldfuss. Ici encore, il m'est impossible d'être de l'avis de mon savant confrère, et avec M. Peron et M. Collot à qui j'ai communiqué beaucoup d'exemplaires de bonne conservation, je vois dans cette espèce, *Pholadomya Murchisoni* Sowerby (in Mœsch. pl. 17, fig. 8, pl. 19, fig. 1 et 7), espèce d'ailleurs très voisine de *Pholadomya carinata* Goldf. Or, les échantillons figurés par Mœsch proviennent des *varians schichten*, c'est-à-dire du Bathonien supérieur de la Suisse. M. Collot m'a déclaré, d'autre part, posséder des exemplaires de cette espèce provenant du Bathonien supérieur de la Côte-d'Or et absolument semblables à ceux de St-Hubert.

En un mot, et sans entrer, pour le moment, dans plus de détails, je crois pouvoir affirmer que la très grande majorité, la presque totalité des espèces que j'ai recueillies, chacune en quantité plus ou moins grande d'exemplaires, dans des recherches multipliées au milieu des couches en discussion, sont bathoniennes. Presque toutes existent dejà au niveau immédiatement inférieur, — franchement bathonien pour tous, — soit à St-Hubert, soit dans les autres gisements des environs de Toulon. Quelques-unes appartiennent déjà au Bajocien.

On rencontre dans les couches à Pholadomyes, à la hauteur de l'assise ferrugineuse ou dans ses environs immédiats, un Échinide qui n'y est pas trop rare, et c'est sans doute l'*Échinoderme* que Jaubert a signalé sans le nommer. C'est un *Collyrites*. J'en ai récolté moi-même une douzaine d'exemplaires, et notre collègue, le frère Ubald, a bien voulu m'en communiquer sept autres.

Or, il est absolument impossible d'attribuer ces Oursins, quoique de conservation imparfaite, à l'espèce *elliptica* Des Moulins, qui est surtout callovienne et dont l'un des principaux caractères consiste dans l'ouverture des ambulacres inférieurs vers le milieu de l'espace compris entre les trois autres ambulacres et le périprocte, par conséquent bien au-dessus de ce dernier. Presque tous les échantillons de *Collyrites* recueillis à St-Hubert laissent voir l'ouverture des

(1) Paul Gourret, Description de quelques espèces Jurassiques de la Basse-Provence. (In *Recueil zoologique Suisse*, tome IV, 1887, nº 2).

ambulacres inférieurs aux côtés immédiats de l'anus. On distingue ce caractère d'une façon évidente sur deux surtout de ceux qui appartiennent au frère Ubald. D'ailleurs, chez tous, la forme générale est beaucoup plus arrondie que dans l'espèce *elliptica*. Ils ne peuvent être attribués qu'à l'espèce *analis* Des Moulins, ou *ovalis* Cotteau, et beaucoup plutôt à la première — qui n'est que bathonienne — à cause du peu d'épaisseur et de renflement de la forme générale.

Je n'ai recueilli, jusqu'ici, qu'un seul autre exemplaire, et encore incomplet, de *Collyrites* dans les couches bathoniennes du niveau inférieur à Echinides. C'est dans l'un des gisements de Folcalqueiret. Les ambulacres postérieurs y sont cependant bien visibles et bien semblables à ceux de *Collyrites analis* et de *Collyrites ovalis*, qui sont les mêmes. Mais la forme générale en est, à l'opposé des *Collyrites* recueillis à St-Hubert, épaisse et renflée, et doit faire attribuer l'échantillon à l'espèce *ovalis*, qui est, comme on le sait, à la fois bathonienne et bajocienne. M. Gourret a été plus heureux que moi et a pu récolter à *la Gorguette*, près Bandol, le *Collyrites analis*

En dehors des *Collyrites*, les couches à Pholadomyes n'ont offert, en Échinides, que trois autres échantillons dont deux sont des *Holectypus* de trop insuffisante conservation, et le troisième, trop médiocre aussi, paraît être cependant *Pseudocidaris Peroni*.

Revenons maintenant au niveau à Echinides sur lequel reposent les couches à Pholadomyes.

On peut en observer les lits fossilifères à gauche comme à droite du *poste Nègre*, c'est-à-dire du point appelé *Pas de Loubière*, où le chemin qui va de Valaury au château de M. le comte Pighetti traverse les bancs compacts.

A l'ouest du *poste Nègre* on peut suivre ces lits presque jusqu'en face du petit hameau appelé *La Mort de Gauthier*, mais le gisement principal est à l'est. L'alternance des marnes et des calcaires marneux à Échinides y est, malgré la végétation, bien visible, jusqu'à plus de 500 mètres. Mais de là à Belgentier, elle est recouverte presque partout par les éboulis des bancs durs qu'elle supporte, et, malgré mes recherches, je n'ai plus retrouvé apparents les lits à Échinides ni dans les environs de ce village, ni dans ceux de Cuers, pas même au-dessous du *pilon St-Clément*, où cependant toutes les assises jurassiques prennent un si grand développement.

Il faut arriver jusqu'à Rocbaron pour les retrouver. Au sud de

ce village et au-dessous d'un débris des calcaires compacts, resté isolé dans l'éboulement que ces bancs ont subi dans cette région, j'ai retrouvé des *Lima*, des *Ostrea* de mêmes espèces qu'à St-Hubert, plusieurs *Echinobrissus clunicularis* d'Orbigny, *Holectypus depressus* Agassiz, et un *Acrosalenia pseudodecorata* Cotteau.

Les bancs compacts bathoniens se dressent, de nouveau, en barre continue, à l'est de Rocbaron, et couronnent les hauteurs au nord de Puget-Ville, au nord-est de Carnoules et au sud de Garéoult, Forcalqueiret, Ste-Anastasie et Besse. Ils ne sont plus là, comme à St-Hubert, recouverts par les couches à Pholadomyes qu'on ne retrouve plus dans le Var.

La partie des calcaires compacts qui court au-dessus de Puget-Ville s'appelle du nom spécial de *Thémés*, et c'est sa base marneuse qui forme le gisement, ou plutôt les gisements de Puget-Ville, car on y peut récolter presque partout des fossiles ; mais ils sont en bien plus grand nombre sur trois points principaux.

Le premier est à l'extrémité est de la barre de *Thémés*, sur le bord ouest d'un petit torrent qui sort d'une véritable cuvette formée au-dessus par les bancs durs, lorsqu'ils tournent vers le sud. La succession des assises y est, à très peu de chose près, celle de St-Hubert, à l'exception des plus hauts lits où les marnes sont parfois remplacées par des sables jaunâtres.

Mais la faune y est bien différente de celle de St-Hubert. Dans la partie fossilifère inférieure presque pas d'*Ostrea*, mais nombreux exemplaires d'une très petite espèce de *Lima*, celle que d'Orbigny a appelée *hippia*. L'*Eudesia Niedwjedski*, si abondante à Valaury, y devient très rare, mais, en comparaison, on y rencontre bien plus nombreux les échantillons d'*Eudesia cardium*. Les Spongiaires y sont rares, mais on y trouve des Gastropodes, des *Avicula echinata* Sowerby, des *Terebratula globata* Sowerby (in Paléontologie française), une espèce dont la présence est à noter parce qu'on la retrouve dans les couches à Pholadomyes de St-Hubert, des *Pentacrinus Nicoleti* Desor, des *Anabacia orbulites* de petite taille. Les Échinides y sont nombreux, mais on n'y retrouve que quelques rares représentants des espèces de St-Hubert. Ces dernières y sont remplacées par de très abondants *Echinobrissus clunicularis*, presque toujours en mauvais état de conservation, de pas trop rares *Acrosalenia spinosa* Agassiz, presque toujours au contraire très beaux, de rares *Pseudodiadema subcomplanatum* d'Orbigny, et de très rares *Pygaster Peroni* Cotteau. Ce qui semble la caractéristique échinitique de ce gisement est la rencontre d'assez fréquents radioles de *Cidaris*

Michaleti Cotteau, très rares à St-Hubert, et dont, en dehors de ces deux localités, on n'a retrouvé qu'un seul exemplaire à *la Gorguette*.

La partie supérieure de ce gisement est très pauvre en fossiles. Il ne s'y est offert à moi que deux Oursins, un *Asterocidaris minor* et un *Stomechinus Varusensis* avec d'assez nombreux échantillons de *Terebratula globula* et d'*Anabacia orbulites*.

En suivant la barre de Thémés de l'est à l'ouest, on voit les assises fossilifères pleines, aux endroits dénudés, d'*Eudesia cardium*, d'*Echinobrissus clunicularis* et d'*Holectypus depressus*, mais ces deux espèces d'Échinides y sont, le plus souvent, d'une conservation très médiocre.

On arrive ainsi à un point où un chemin assez large et à bêtes de somme traverse les bancs compacts pour s'engager dans une petite plaine cultivée au-delà d'eux et formant aussi cuvette. Ce chemin vient de Puget-Ville, et le point où il coupe la barre est situé presque juste au-dessus de ce village, et les radioles de *Cidaris meandrina* y sont en telle abondance que tout le monde, dans la contrée, sait qu'on peut y en récolter. C'est le gisement principal de Puget-Ville. L'épaisseur de l'ensemble des couches fossilifères est plus grande qu'à St-Hubert, mais en longueur l'espace où elles sont est bien moindre. Ce qu'elles ont de plus remarquable, en dehors de cette épaisseur, est l'extrême fréquence du *Cidaris meandrina* dont les radioles commencent à se montrer dans des marnes situées au-dessous d'un premier banc de calcaire compact de près de quatre mètres d'épaisseur, à côté de moins abondants *Echinobrissus clunicularis*, de quelques Gastropodes et de quelques Huîtres de mêmes espèces qu'à Valaury, de beaucoup d'*Eudesia cardium* associées à quelques *Terebratula globosa* et à quelques *Rhynchonella concinna* Sowerby.

Fait à retenir : j'ai récolté à ce niveau précis un bon *test* de *Ceromya plicata* Agassiz, dont le moule est assez commun dans les couches à Pholadomyes de St-Hubert.

Le calcaire dur que supportent ces marnes est lui-même lardé de radioles de *Cidaris meandrina*. On les retrouve aussi nombreux dans d'autres marnes qui succèdent à ce calcaire et qui sont très fossilifères. Il y a beaucoup de Gastropodes, des *Mytilus asper* Sow., Morr. et Lyc., des *Lima hippia*, des *Ostrea*, quelques *Eudesia cardium* et de très rares *Eudesia Niedwjedski*, quelques *Terebratula globata*, d'assez fréquents Bryozoaires et Spongiaires, des *Anabacia orbulites* de petite taille. A part le *Cidaris meandrina*, les Oursins y sont peu abondants. J'y ai récolté de très rares exemplaires de *Cidaris*

bathonica, *Hemicidaris Jauberti*, *Leiosoma Jauberti* et un seul de *Cidaropsis minor* Agassiz, comme d'*Orthopsis Peroni* Cotteau. On rencontre aussi beaucoup d'échantillons de Crinoïdes, mais ils appartiennent tous à *Millericrinus Morierei*. Il y a cependant un *Pentagonaster* sans doute nouveau.

Au-dessus de ces marnes, qui sont grises et séparées d'elles par un petit banc de calcaire en plaquettes, sont d'autres marnes jaunes et grumeleuses, pleines, elles aussi, de *Cidaris meandrina*. A côté d'eux apparaît, de façon à caractériser un niveau, l'*Acrosalenia pseudodecorata*, dont c'est là un des principaux gisements. Les exemplaires en sont nombreux, bien que la *Paléontologie française*, qui cite l'espèce à Puget-Ville, l'y donne comme assez rare, et presque toujours de bonne conservation. L'*Echinobrissus clunicularis* et l'*Holectypus depressus*, presque toujours déformés, au contraire, y sont également en grand nombre. Il y a de rares *Acrosalenia spinosa*, *Hemicidaris Jauberti*, *Asterocidaris mimor*, *Pseudodiadema subcomplanatum*.

Les autres espèces sont les mêmes que dans les marnes les plus inférieures, à l'exception du *Pecten silenus* d'Orbigny, qui est de la même variété que dans les couches à Pholadomyes de St-Hubert.

Enfin, on trouve encore le *Cidaris meandrina* à la base même des bancs compacts avec assez de représentants de *Stomechinus Varusensis*, dont j'ai recueilli là de très beaux exemplaires.

Ce gisement est connu depuis longtemps, et c'est là, sans doute, qu'ont été recueillis *Galeroclypeus Peroni* Cotteau, *Acrosalenia Berthelini* Cotteau, et *Orthopsis Varusensis* Cotteau, que la *Paléontologie française* ne cite qu'à Puget-Ville, et que je n'y ai jamais pu récolter, malgré de longues recherches, pas plus que d'autres trouvées ailleurs et que la *Paléontologie* cite aussi à Puget-Ville : *Pseudocidaris Peroni*, *Pseudodiadema Peroni*, *Stomechinus Peroni*.

En avançant encore vers l'ouest, on rencontre, le long de la barre de *Thémés*, un dernier gisement au point extrême où les bancs, perdant leur alignement, font assez brusquement un angle sud-ouest. La barre change là de nom et devient la barre du *Cros-de-Maunier*. Les assises fossilifères sont, à ce gisement, bien moins épaisses qu'au précédent, et les fossiles sont en bien moins grand nombre. Les espèces y sont à peu près les mêmes, surtout en ce qui regarde les Échinides, mais le *Cidaris meandrina* n'y est plus abondant. Au niveau le plus bas, j'ai récolté deux autres *Cidaropsis minor*. Ce qui distingue ce gisement, c'est que la dénudation y a une prise complète. Il m'a offert un exemplaire de *Pholadomya*

Murchisoni absolument identique à ceux des couches à Pholadomyes, deux *Goniomya angulifera* Sowerby, et quelques exemplaires de *Pecten Hedonia* d'Orbigny.

A partir de là, les couches bathoniennes s'abaissent d'abord insensiblement, puis bientôt d'une façon tout à fait nette au sud-ouest, et descendent jusqu'au niveau de la route qui va de Rocbaron à Forcalqueiret, et présentent alors, au milieu de plusieurs failles, cinq gisements principaux qui ont aussi leur importance.

Je signale le premier à un point qui servira de repère, et qui est l'ancienne verrerie, aujourd'hui simple bergerie Sauzède. Elle est sur le bord de la route, à droite en allant à Forcalqueiret. En face la bergerie, du côté sud, on voit les bancs compacts descendre, à angle de 30 à 35 degrés, de la barre du *Cros-de-Maunier*. Ils s'enfoncent dans le sol et disparaissent à gauche de la route. Au pied de ces bancs, et en concordance parfaite, les assises marneuses, assez dénudées, offrent des *Acrosalenia pseudodecorata* assez abondants, de rares *Hemicidaris Jauberti* et *Asterocidaris minor*. J'y ai récolté encore un *Cidaropsis minor*. L'espèce de Crinoïde déjà signalée à Puget-Ville, *Millericrinus Morierei* y est commune. Commune aussi l'espèce de *Lima hippia* d'Orbigny — *duplicata* Sowerby, déjà aussi indiquée à Puget-Ville.

De l'autre côté de la route, les bancs compacts et les lits marneux à Échinides, avant de disparaître sous les couches bajociennes ou la terre végétale qui les y recouvre, présentent un nouveau gisement où l'on peut recueillir en abondance les radioles de *Cidaris meandrina* comme aussi l'*Echinobrissus clunicularis* et l'*Holectypus depressus*. Ces deux dernières espèces sont là de meilleure conservation que partout ailleurs. *Lima hippia* y foisonne ainsi que deux Modioles, *Modiola cuneata* Sowerby, et *Modiola Lonsdalei* Morris et Lycett. On y voit encore une multitude de jeunes *Pecten silenus*. Le bas des assises m'a fourni quelques jeunes exemplaires d'Ammonites que je n'ai pu rapporter qu'à *Ammonites zigzag* d'Orbigny, et *Ammonites biflexuosus* d'Orbigny, et avec eux l'échantillon incomplet de *Collyrites* que j'ai rapproché de ceux des couches à Pholadomyes et que je crois être l'espèce *ovalis*.

Ce qu'il y a de plus remarquable dans ce gisement, et ce qui me fait le différencier du précédent dont il semble cependant être la suite, puisqu'il en est si rapproché, c'est qu'on trouve dans les plus hauts des lits fossilifères d'assez nombreux et bons *Acrosalenia spinosa* qu'on ne rencontre que bien plus rarement dans les autres gisements.

Je crois maintenant devoir signaler à mi-hauteur du trajet que parcourent les couches bathoniennes pour descendre des hauteurs de *Cros-de-Maunier* à la bergerie *Sauzède* et à la route de Forcalqueiret, un point aussi remarquable que le gisement principal de Puget Ville par son extrême abondance de *Cidaris meandrina*, mais où ces radioles atteignent un développement considérable et parfois relativement énorme. Il n'y a avec eux d'autre Échinide que de très rares *Hemicidaris Jauberti*, mais de taille encore extraordinairement grande. Les autres espèces sont d'abord de bons Gastropodes, mais en très petit nombre, beaucoup de *Lima hippia*, *Modiola*, *Pecten silenus*, tous de très petite taille, de rares mais très beaux *Mytilus asper*, et beaucoup d'*Eudesia cardium*.

Il y a encore, dans cette région, deux gisements à reconnaître. L'un est sur le bord aussi de la route, du même côté que la bergerie Sauzède et à une centaine de mètres environ en allant vers Forcalqueiret. C'est un des plus notables à cause de deux espèces d'Échinides qu'il renferme. La première, malheureusement d'une grande rareté, est *Pseudodiadema Peroni* Cotteau; l'autre, qui nous est déjà connue, *Hemicidaris Jauberti*, est ici plus abondante et de meilleure conservation que partout ailleurs. Il y a aussi des radioles, mais rares, de *Cidaris meandrina*, et avec ces Oursins, beaucoup de Gastropodes et des *Anabacia orbulites* de petite taille. Il y a à signaler à part, dans ce gisement, *Terebratula circumdata* Deslongchamps, que nous retrouvons dans les couches à Pholadomyes, et qui est ici associé à de nombreux *Terebratula globata*.

Si ce gisement pouvait s'appeler le gisement à *Hemicidaris Jauberti* et à *Pseudodiadema Peroni*, le dernier, qui se trouve presque sous les ruines du château de Forcalqueiret, pourrait être le gisement à Gastropodes et à *Orthopsis Peroni* Cotteau. Les Gastropodes y abondent, et c'est sur ce point que j'ai recueilli la plupart des espèces signalées dans l'ouvrage, déjà cité, de M. Cossmann sur les Gastropodes bathoniens. Ils sont associés à trois espèces d'Oursins : *Orthopsis Peroni*, espèce d'une très grande rareté dont j'ai récolté là plusieurs exemplaires, *Acrosalenia pseudodecorata*, dont les représentants sont assez communs et de bonne conservation; enfin, et au plus haut niveau, quelques *Stomechinus Varusensis* de très petite taille, mais de belle conservation. Dans toute l'épaisseur des lits beaucoup de *Millericrinus Morierei*, beaucoup de Bivalves, surtout de *Modiola* des deux espèces, et un très grand nombre de *Terebratula globata* et *Rhynchonella concinna*.

Dès 1859, Jaubert avait publié un *Essai sur la constitution géologique des terrains du littoral entre St-Nazaire et Bandol*, avec une carte et des coupes, mais il ne s'y occupait guère que de la faune bajocienne et n'y distinguait pas d'ailleurs la Grande Oolithe de l'Oolithe inférieure.

En 1862, Dumortier fit d'une façon bien nette cette distinction dans une note envoyée à la Société géologique de France et lue dans la séance du 28 avril de cette même année. Dumortier y énumère les principales espèces rencontrées par lui dans la Grande Oolithe de *Gazaille*, près Bandol. C'est le nom d'une ferme située au quartier de *la Gorguette*. Il n'y cite, avec *des radioles de formes variées*, que deux tests d'Échinides : un *Cidaris*... qu'il décrit soigneusement, et qui est devenu depuis *Diplocidaris Dumortieri* Cotteau, et un *Pseudodiadema* qu'il dit très rapproché du *P. Wrightii* Cotteau, et qui est peut-être *Pseudodiadema Peroni*.

M. Gourret, dans son travail indiqué plus haut, a décrit d'une façon si exacte cette région où, d'autre part, la dureté des assises rend la dénudation très lente et par suite si difficile la reconnaissance d'autres espèces que celles récoltées une première fois, que je me bornerai à de très petites additions à ce travail, au point de vue spécial des Échinides.

Dans les couches les plus profondes où M. Gourret ne signale aucun Oursin, j'ai récolté trois radioles très déterminables de *Rhabdocidaris copeoides* Desor.

Dans les couches moyennes, M. Gourret cite :

Collyrites analis, rare.
Cidaris meandrina, assez commun.
Rhabdocidaris horrida, assez comm.
Diplocidaris Dumortieri, assez rare.
Asterocidaris minor, rare.
Leiosoma Jauberti, très rare.
Stomechinus Schlumbergeri, rare.

J'ai recueilli, moi-même, dans ces couches, toutes ces espèces, moins la première et la dernière, et, en outre, des radioles en petit nombre de cette même espèce de *Cidaris* ou *Rhabdocidaris* indiquée déjà à St-Hubert comme nouvelle, quelques autres très rares de *Cidaris bathonica* et enfin deux *Magnosia Peroni*.

M. Jacquinet y a récolté un radiole de bonne conservation de *Cidaris Michaleti*.

Les couches supérieures sont bien, comme le dit M. Gourret, pétries, par places, de radioles d'Oursins, mais il est absolument impossible de reconnaître sûrement une seule espèce.

Le gisement de *la Galère*, d'un accès malheureusement très diffi-

cile, offre beaucoup d'intérêt. Il est situé sur le bord de la mer, entre Bandol et St-Cyr, mais plus près de ce dernier village. Au-delà d'un petit tunnel situé non loin, à l'est de la station de St-Cyr, on reconnaît successivement les couches du Trias, du Lias et du Bajocien inclinées de l'ouest à l'est. Leur épaisseur, surtout celle du Bajocien, est très réduite et l'inclinaison augmente peu à peu de façon à être d'environ 45° quand on arrive au Bathonien.

On distingue dans les couches bathoniennes de *la Galère* quatre assises bien différentes à tous les points de vue. La plus profonde consiste en marnes d'un gris bleuâtre, pleines de petites *Ostrea* de même espèce qu'à St-Hubert, avec débris de *Diplocidaris Dumortieri* et radioles de *Cidaris meandrina*.

Arrive ensuite un calcaire dur, jaune rougeâtre, renfermant encore *Cidaris meandrina*. Il est relativement bien plus épais que les marnes.

Une assise très remarquable par son faciès oolithique repose sur ce calcaire. A Forcalqueiret et surtout à Puget-Ville, les assises bathoniennes offrent parfois, plus ou moins, ce même faciès. Mais nulle part, dans les environs de Toulon, il n'est plus complet qu'ici. Cette assise, d'un mètre environ, contient beaucoup de Spongiaires d'une très belle conservation, beaucoup de *Lima hippia*, très belles également, ainsi que quelques *Nerita minuta* Sowerby, avec des débris sans nombre de petits fossiles, principalement de Gastropodes. Je n'y ai reconnu que deux espèces d'Echinides : *Cidaris meandrina*, assez commun, et *Echinobrissus clunicularis*, très rare. Deux Crinoïdes y sont assez abondants, surtout le premier : *Millericrinus Morieri* et *Pentacrinus Nicoleti*.

Sur cette assise reposent d'autres calcaires gris et jaunes, très fossilifères, quoique peut-être un peu moins que les couches moyennes de *la Gorguette*. La faune y est, dans son ensemble, la même qu'à ce point, mais il y a plus d'Oursins et ils y sont d'une très belle conservation. Voici la liste des espèces que j'ai récoltées :

Cidaris meandrina, abondant.
Cidaris bathonica, abondant.
Cidaris ou *Rhabdocidaris* sp. nov., rare et toujours incomplet.
Rhabdocidaris horrida, pas trop rare.
Diplocidaris Dumortieri, nombreux et parfois très grands fragments.
Pseudodiadema Peroni, rare.
Polycyphus Jauberti, rare.

Les espèces autres que les Échinides sont aussi, en général, d'une belle conservation. A noter la présence, au milieu de plusieurs autres espèces de Gastropodes, de l'espèce nouvelle *Neritopsis Michaleti* Cossmann.

Toutes ces diverses assises, et en particulier les plus hautes, sont très difficiles à atteindre, outre qu'elles sont, comme celles de *la Gorguette*, d'une dureté à décourager le ciseau. On trouve quelquefois sur le rivage des blocs détachés, depuis peu, des couches fossilifères, la récolte des fossiles est alors moins laborieuse, quoique leur extraction exige toujours un travail long et délicat.

Il me reste à signaler, aux environs immédiats de Toulon, dans la vallée de Dardennes, les alentours du fort des Pommets, et en particulier la propriété du Nest. En 1866, Dieulafait a signalé le Bathonien de ce point dans une très intéressante coupe publiée dans le *Bulletin de la Société Géologique* (1). Dans l'explication de sa coupe, il ne cite aucun Échinide et se contente d'énumérer, comme il le fait pour les autres horizons, quelques espèces caractéristiques de la grande Oolithe. J'ai cependant recueilli dans la propriété du Nest le plus bel exemplaire que je possède de *Pseudocidaris Peroni*, quelques *Asterocidaris minor*, un *Acrosalenia spinosa*, et d'assez nombreux *Echinobrissus clunicularis*, le tout dans les couches marneuses qui supportent les calcaires compacts supérieurs.

Dans le fond de ces couches on rencontre, abondante, une espèce de Térébratule qui ne s'est offerte à moi, ni à aucun autre de nos gisements bathoniens, ni même à aucun autre niveau jurassique des environs de Toulon, et qui a été décrite, en 1873, dans la *Paléontologie française* par E. Deslongchamps, sous le nom de *Terebratula* (*Epithyris*) *provincialis*.

Ce savant n'a eu à sa disposition, il le mentionne dans sa description, qu'un petit nombre d'échantillons, la plupart en assez mauvais état, provenant tous de Cuers ou de Bandol, et qui lui avaient été communiqués par Jaubert, Dieulafait, Coquand. Mais surtout, les renseignements stratigraphiques fournis à Deslongchamps sur ces échantillons étaient très vagues, et ce n'est qu'en s'appuyant sur la couleur du test et de la gangue qu'il a cru devoir attribuer lui-même l'espèce à l'Oolithe inférieure.

L'assise du Nest où j'ai récolté de nombreux exemplaires de *Terebratula provincialis* Deslongchamps, dont quelques uns en parfait état de conservation, me paraît devoir être rapportée certainement au Bathonien. Il est utile, d'ailleurs, de rappeler, à propos du niveau précis de cette espèce, que Jaubert n'a pas distingué dans son *Essai sur la constitution géologique des terrains du littoral entre St-Nazaire et Bandol* la Grande Oolithe de l'Oolithe inférieure et a

(1) 2e Sér., tome 23, page 463.

décrit comme appartenant à ce dernier niveau les couches bathoniennes de *la Galère*.

Voici, maintenant, la liste générale des espèces, avec leur fréquence et leurs localités spéciales :

Collyrites analis Des Moulins. La *Paléontologie Française* ne signale pas cette espèce dans le Var.

M. Gourret l'indique rare à *la Gorguette*.

J'en ai rencontré assez d'exemplaires dans les couches à Pholadomyes de St Hubert.

Collyrites ovalis Des Moulins. La *Paléontologie Française* ne signale pas non plus cette espèce dans le Var.

J'en ai rencontré un exemplaire à Forcalqueiret.

Echinobrissus clunicularis Llhwyd. Abondante à Puget-Ville (*Paléontologie Française*).

J'en ai rencontré quelques exemplaires à Rocbaron, de nombreux représentants à Puget-Ville et à Forcalqueiret, de rares à *la Galère*, de pas trop rares *au Nest*, dans la vallée de Dardennes.

Galeroclypeus Peroni Cotteau. Très rare à Puget-Ville (*Paléontologie Française*).

Je ne l'ai jamais rencontrée.

Holectypus depressus Agassiz. La *Paléontologie Française* ne la signale pas dans le Var.

J'en ai rencontré quelques exemplaires à Rocbaron, et d'abondants à Puget-Ville et à Forcalqueiret.

Pygaster Peroni Cotteau. Très rare à Valaury (*Paléontologie Française*).

Je ne l'ai rencontrée qu'à Puget-Ville, aussi très rare.

Cidaris meandrina Agassiz. Assez commune à Puget-Ville (*Paléontologie Française*).

M. Gourret la signale assez rare à *la Gorguette*. Je l'ai rencontrée, rare, à Valaury. Jaubert la cite à Valaury, et il ajoute que les radioles y sont plus petits qu'à Puget-Ville, où il les dit abondants et de plus grosse taille.

Je l'ai recueillie extrêmement abondante à Puget-Ville et à Forcalqueiret, rare à *la Gorguette*, commune à *la Galère*.

Cidaris bathonica Cotteau. La *Paléontologie Française* ne signale pas cette espèce dans le Var.

Je l'ai rencontrée assez rare à Valaury, rare à Puget-Ville, pas trop rare à *la Gorguette*, commune à *la Galère*.

Cidaris Michaleti Cotteau. Très rare à Valaury (*Paléontologie Française*).

C'est de moi que Cotteau tenait les quelques exemplaires avec lesquels il a fait cette espèce en 1885.

Depuis je l'ai rencontrée pas trop rare à Puget-Ville.

M. Jacquinet en a recueilli un bon exemplaire à *la Gorguette*.

Cidaris ou *Rhabdocidaris*, species nova. J'ai rencontré cette espèce rare à Valaury, à *la Gorguette* et à *la Galère*.

Rhabdocidaris copeoides Agassiz. La *Paléontologie Française* ne signale pas cette espèce dans le Var.

J'en ai rencontré trois exemplaires à *la Gorguette*.

Rhabdocidaris horrida de Loriol. La *Paléontologie Française* signale cette espèce à *la Gorguette* et à Belgentier (Var), mais la fait bajocienne, sans l'indiquer fréquente ou rare.

M. Gourret la cite à St-Hubert et la dit assez commune à *la Gorguette*.

Je l'ai rencontrée rare à Valaury et à *la Gorguette*, et pas trop rare à *la Galère*.

Diplocidaris Dumortieri Cotteau. Assez rare à Valaury et à *la Gorguette* (*Paléontologie Française*).

M. Gournet : rare à *la Gorguette*.

Je l'ai rencontrée assez commune à Valaury, rare à *la Gorguette*, abondante à *la Galère*.

Acrosalenia Berthelini Cotteau. Rare à Puget-Ville (*Paléontologie Française*).

Je ne l'ai jamais rencontrée.

Acrosalenia spinosa Agassiz. La *Paléontologie* la signale à Puget-Ville, sans parler de sa fréquence ou de sa rareté. Je l'ai rencontrée assez abondante à Puget-Ville et à Forcalqueiret. J'en ai recueilli un exemplaire *au Nest*.

Acrosalenia pseudodecorata Cotteau. Assez rare à Puget-Ville (*Paléontologie Française*). J'en ai rencontré un exemplaire à Rocbaron, et de nombreux à Puget-Ville et à Forcalqueiret.

Pseudocidaris Peroni Cotteau. Rare à Valaury et à Puget-Ville (*Paléontologie Française*). Je l'ai rencontrée assez commune à

Valaury, surtout en exemplaires jeunes ; j'en ai recueilli *au Nest* un très bel échantillon.

Hemicidaris Jauberti Cotteau. Assez rare à Valaury et à Puget-Ville (*Paléontologie Française*). Je l'ai rencontrée assez rare à Valaury et à Puget-Ville, mais assez abondante à Folcalqueiret.

Asterocidaris minor Cotteau. Assez commune à Valaury (*Paléontologie Française*). M. Gourret l'indique rare à *la Gorguette.*
Je l'ai rencontrée assez abondante à Valaury, surtout en échantillons jeunes, rare à Puget-Ville, à Forcalqueiret, à *la Gorguette.* J'en ai recueilli quelques exemplaires *au Nest.*

Pseudodiadema Peroni Cotteau. Très rare à Puget-Ville (*Paléontologie Française*).
Je l'ai rencontrée rare à Forcalqueiret et à *la Galère.*

Pseudodiadema subcomplanatum Desor, species. La *Paléontologie* ne signale pas l'espèce dans le Var.
Je l'ai rencontrée rare à Puget-Ville.

Cidaropsis minor Agassiz, sub *Hemicidaris.* Assez rare à Puget-Ville (*Paléontologie Française*).
Je l'ai rencontrée rare à Puget-Ville, très rare à Forcalqueiret.

Heteropedina Moteti Michalet, 1895. Valaury, un seul exemplaire.

Orthopsis Peroni Cotteau. Rare à Puget-Ville (*Paléontologie Française*).
Je l'ai rencontrée très rare à Puget-Ville, assez rare à Forcalqueiret.

Orthopsis Varusensis Cotteau. Très rare à Puget-Ville (*Paléontologie Française*).
Je ne l'ai jamais rencontrée à aucun de nos gisements.

Leiosoma Jauberti Cotteau. La *Paléontologie* la signale à Valaury, sans rien ajouter sur sa fréquence ou sa rareté.
Je l'ai rencontrée assez fréquente à Valaury, rare à Puget-Ville ; M. Gouret l'indique très rare à *la Gorguette,* où je l'ai aussi rencontrée très rare.

Magnosia Peroni Cotteau. Très rare à Valaury (*Paléontologie Française*).
Je l'ai rencontrée à Valaury très rare et j'en ai aussi recueilli deux exemplaires à *la Gorguette.*

Stomechinus Varusensis Cotteau. (Ancien *Polycyphus Varusensis* Cotteau). Rare à Puget-Ville (*Paléontologie Française*).

Je l'ai rencontrée très rare à Valaury, pas trop rare à Puget-Ville et à Forcalqueiret.

Stomechinus Peroni Cotteau. Très rare à Puget-Ville et à Valaury (*Paléontologie Française*).

J'en ai rencontré un seul exemplaire à Valaury.

Stomechinus Schlumbergeri Cotteau. Assez commune à Valaury (*Paléontologie Française*).

M. Gourret l'indique rare à *la Gorguette*.

Je ne l'ai rencontrée nulle part.

Stomechinus Michelini Cotteau. La *Paléontologie Française* ne la signale aux environs de Toulon que pour le fragment d'exemplaire que j'ai récueilli à Valaury.

Polycyphus Jauberti Cotteau. Très rare à Valaury (*Paléontologie Française*).

Je ne l'ai rencontrée qu'à *la Galère*, où j'en ai recueilli deux exemplaires.

Il me reste à bien préciser le niveau auquel doivent être rattachés les divers gisements dont nous venons d'étudier si minutieusement la faune échinitique.

La question me paraît résolue par la nomenclature de cette faune elle-même, où l'on rencontre, avec d'autres moins significatives, les espèces :

Echinobrissus clunicularis Llhwyd.
Holectypus depressus Agassiz.
Acrosalenia spinosa Agassiz.

dont les deux premières sont d'une très grande abondance, et la dernière assez commune dans nos gisements.

Si l'on y ajoute les espèces autres qu'Echinides :

Elygmus polytypus Deslongchamps.
Pecten vagans Sowerby.
Lima cardiiformis Morris et Lycett.
Avicula echinata Sowerby.
Eudesia cardium Lamark.
Eudesia Niedzwiedskii Szanojcha.
Dictyothyris coarctata Parkinson.

que l'on rencontre également plus ou moins fréquentes dans ces gisements, il ne peut plus rester absolument aucun doute. Toutes ces espèces soit d'Echinides, soit de Pelecypodes ou de Brachiopodes se retrouvent tantôt dans le Bradford-Clay, tantôt dans le Cornbrash. Si donc l'on n'admet, dans le Bathonien, que les deux grandes divi-

sions, si rationnelles, de M. Lapparent, évidemment tous nos gisements des environs de Toulon appartiennent au Bradfordien ou Bathonien supérieur.

L'*Anabacia orbulites*, une des espèces données comme caractéristiques de ce niveau, se rencontre, je l'ai fait remarquer déjà, dans presque tous nos gisements.

Et d'ailleurs, s'il n'y a pas toujours toutes les mêmes espèces à chacun d'eux, un seul coup d'œil sur l'ensemble de la faune suffit pour reconnaître que toutes les espèces sont dans une connexité indivisible, signe d'une contemporanéité indiscutable.

On n'y peut faire véritablement aucune distinction de niveau autre que celle que j'ai essayé d'observer pour les espèces d'Échinides, qui est loin d'être absolue, et qui n'a qu'une importance tout à fait secondaire.

Le Vésulien ou Bathonien inférieur serait représenté par les couches à Ammonites, et les Échinides y feraient la séparation dans le haut.

Genre HETEROPEDINA Michalet.

Test de taille moyenne, arrondi, subhémisphérique, à dessous plat.

Zones porifères étroites, droites, composées de paires de pores simples, directement superposées et n'ayant qu'une légère tendance à dévier de la ligne droite aux approches du péristome ; une paire de pores seulement sur chaque plaque ambulacraire, entourée d'un léger bourrelet; les pores sont petits, ronds, un peu obliques l'un par rapport à l'autre et séparés par une barrette formant saillie.

Aires ambulacraires étroites, s'élargissant légèrement à l'ambitus et à la face inférieure, garnies, depuis le péristome jusqu'à l'ambitus, de deux rangées de tubercules de grosseur médiocre, mamelonnés, perforés, très finement crénelés, au nombre de six par série, dans les intervalles desquels se trouvent quelques rares granules. Au-dessus de l'ambitus, ces tubercules principaux disparaissent brusquement et les aires ambulacraires ne sont plus garnies que de granules fins, peu nombreux, inégaux et irrégulièrement disposés.

Aires interambulacraires larges, garnies, à la face inférieure, de tubercules nombreux, semblables à ceux des aires ambulacraires, mamelonnés et perforés, sur la plupart desquels on aperçoit de fines crénelures. Sur chaque assule il existe cinq ou six tubercules groupés un peu irrégulièrement et n'ayant qu'une vague tendance

à se ranger en séries linéaires. Au-dessus de l'ambitus, les ossules ne sont plus occupées que par un seul tubercule principal plus gros que ceux de l'ambitus, occupant le tiers inférieur de l'assule, perforé, non scrobiculé et ne paraissant pas crénelé. Toutefois, notre seul exemplaire n'étant pas d'une conservation parfaite, nous ne saurions affirmer sûrement la complète absence de crénelures. Ces tubercules principaux, au nombre de deux ou trois seulement par série, sont entourés d'un essaim de petits granules fins, inégaux, quelques-uns paraissant mamelonnés et perforés, groupés irrégulièrement autour et très près du tubercule, en laissant à nu tout le pourtour des plaques.

Péristome circulaire, assez grand, à fleur de test, marqué d'entailles peu profondes.

Appareil apical inconnu, laissant une empreinte assez grande, pentagonale.

Le nouveau genre *Heteropedina*, tel que nous le connaissons d'après l'unique exemplaire ici décrit, semble devoir être placé dans la famille des Diadématidées, au voisinage des *Hemipedina*.

Il se distingue de ce dernier genre par ses tubercules inférieurs légèrement crénelés, nombreux à la face inférieure et disparaissant au-dessus de l'ambitus où ne subsistent plus que les gros tubercules interambulacraires, par l'absence de tubercules secondaires, par ses granules beaucoup moins abondants et laissant des espaces lisses au pourtour des plaques.

L'aspect général de notre Oursin est très différent de celui de tous les *Hemipedina* connus.

Sous le rapport de l'aspect général et par la disposition des tubercules nombreux à la face inférieure, mais disparaissant au-dessus de l'ambitus, notre nouveau genre se rapproche des *Pseudopedina*, et notamment du *Pseudopedina Bakeri* Wright, mais il s'éloigne de ce genre par ses zones porifères droites et non disposées en triples paires, caractère de premier ordre qui a fait placer les *Pseudopedina* dans la famille des Echinidées.

Voisin des *Hemicidaris* par la disposition des gros tubercules de la base des aires ambulacraires, il s'en distingue par ses tubercules interambulacraires ne paraissant pas crénelés, plus petits et non scrobiculés, par la zone miliaire plus large et plus dénudée, et par la présence de simples granules rares et disséminés dans la partie supérieure des aires ambulacraires.

La dénudation de la zone miliaire rapproche notre Oursin des *Asterocidaris* que l'on trouve dans le même terrain, mais ces derniers

ont des tubercules en lignes régulières du péristome au périprocte et pas plus nombreux au-dessous qu'au-dessus de l'ambitus ; en outre, ces tubercules sont scrobiculés et nettement crénelés, les granules sont tout autrement disposés et plus nombreux, etc.

Si plus tard, à l'aide de nouveaux matériaux, il était reconnu que les gros tubercules montrent de réelles crénelures, c'est dans la famille des Salénidés et dans le voisinage des *Acrosalenia* que notre Oursin pourrait être placé ; mais il resterait pour le distinguer de ces derniers la multiplication des tubercules principaux interambulacraires à la face inférieure, l'absence de scrobicules autour des gros tubercules, le groupement insolite des granules autour de ces tubercules et la nudité remarquable de la zone miliaire.

Dans ces conditions, et bien que nous ne soyions en possession que d'un spécimen unique et un peu déformé, nous croyons utile de créer pour lui une nouvelle coupe générique sous le nom provisoire de *Heteropedina*.

HETEROPEDINA MOTETI Michalet.

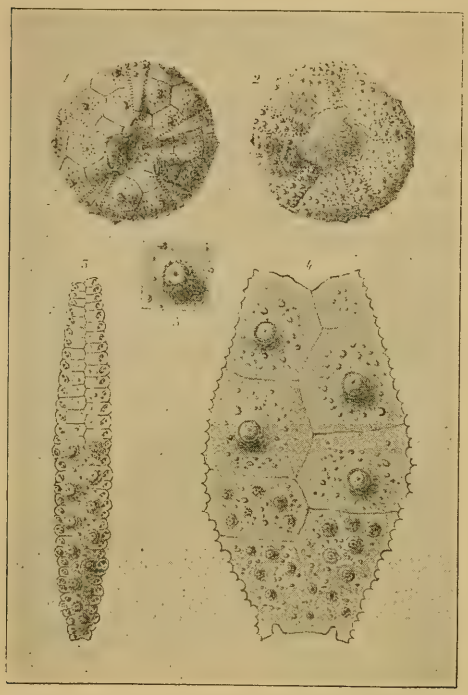
Exemplaire unique, mesurant 20 millimètres de diamètre à la face inférieure, de forme sub-hémisphérique autant qu'on en peut juger d'après l'exemplaire, qui est un peu écrasé.

Zones porifères simples, étroites, rectilignes, composées de paires de pores directement superposées et ne déviant de la ligne droite que très légèrement aux approches du péristome. Pores ronds, simples, obliquement placés l'un par rapport à l'autre et séparés dans chaque paire par un seuil étroit et saillant ; chaque paire est entourée d'un léger bourrelet ovale.

Aires ambulacraires étroites, égales, diminuant peu de largeur aux approches du sommet ; garnies, à la face inférieure, depuis le péristome jusqu'à l'ambitus, d'une double rangée de tubercules perforés, très finement crénelés, légèrement scrobiculés, n'admettant entre eux que quelques rares granules. Au-dessus de l'ambitus ces tubercules disparaissent et sont remplacés seulement par quelques granules très fins qui semblent eux-mêmes disparaître aux approches du sommet.

Aires interambulacraires larges, garnies à la face inférieure, jusqu'à l'ambitus, de tubercules nombreux, médiocrement développés, semblables à ceux des aires ambulacraires, et, comme eux, perforés, finement crénelés et mamelonnés. Ces tubercules, assez irrégulièrement disposés, sont au nombre de cinq ou six sur chaque plaque

et sensiblement disposés par trois, sans former des rangées régulières. Au-dessus de l'ambitus ces tubercules disparaissent, et il ne subsiste dans chaque aire que deux rangées de tubercules un peu plus gros, perforés, ne paraissant ni crénelés, ni scrobiculés, espacés, au nombre de deux ou trois seulement dans chaque rangée, situés au tiers inférieur des plaques. Autour de ces tubercules se groupe un essaim de granules très fins, inégaux et irrégulièrement disposés, quelques-uns paraissant mamelonnés. Ces granules sont localisés dans un court rayon autour des tubercules et le pourtour des plaques reste nu.



Face inférieure plane. Péristome assez grand, s'ouvrant à fleur de test, marqué d'entailles peu profondes.

Appareil apical inconnu, laissant une empreinte grande, subpentagonale.

Nous ne connaissons aucun Oursin qui puisse être confondu avec l'*Heteropedina Moteti*. Par l'aspect dénudé de sa face supérieure, il a une certaine analogie avec l'*Hemipedina Guerangeri* Cotteau, mais il s'en sépare nettement par ses tubercules multiples à la partie inférieure et disparaissant à la face supérieure, aussi bien dans les aires ambulacraires que dans les interambulacraires. Les granules sont, en outre, tout autrement groupés et les tubercules inférieurs sont légèrement crénelés.

Voisin du *Cidaropsis minor* Agassiz, par la disposition des tubercules, il s'en distingue par ses ambulacres non flexueux, par son aspect moins granuleux, par ses tubercules de la base finement crénelés.

On peut enfin rapprocher notre Oursin de l'*Asterocidaris minor*

Cotteau, dont il a les zones miliaires larges et dénudées, et les tubercules crénelés et perforés de la base. Mais dans l'*Asterocidaris minor*, ces tubercules sont, au-dessus de l'ambitus, remplacés par de simples granules non perforés. En outre, les granules secondaires qui accompagnent ces granules principaux sont plus gros, moins nombreux et tout autrement disposés.

Gisement : Bathonien supérieur. Couches à Echinides de St-Hubert, près Solliès-Toucas (Var). J'ai dédié l'espèce à mon beau-frère Motet, chef de gare de la Compagnie Sud-France, qui m'accompagnait dans une excursion aux couches bathoniennes de Valaury, et a récolté lui-même notre si intéressant Oursin.

EXPLICATION DES FIGURES

Figure 1. — *Heteropedina Moteti* vu en dessus (grandeur naturelle).
» 2. » » vu sur la face inférieure. (id).
» 3. » » aire ambulacraire grossie (grandi 1 fois 1/2).
» 4. » » aire interambulacraire grossie (id).
» 5. » » détail d'un tubercule de la face inférieure (grandi 3 fois).

STRUCTURE GÉOLOGIQUE D'ENSEMBLE

DE L'ARCHIPEL BALÉARE (1),

par **M. H. NOLAN** (2).

Les Baléares prolongent vers l'est les avancées extrêmes de la péninsule ibérique dans la Méditerranée occidentale.

En raison de cette situation géographique, il était intéressant de rechercher si la structure plissée des terrains secondaires, qui, en Espagne, bordent le plateau central primaire de la Cordillière bétique pouvait être suivie à travers l'archipel, et, dans l'affirmative, quelles modifications subissaient les ridements continentaux à mesure qu'ils se dirigeaient plus loin vers l'Orient.

Or, de l'ensemble des observations de Bouvy, d'Hermite, de celles de MM. Vidal, Molina, Lozano, et aussi des miennes, il ressort : que *la structure plissée et faillée est un caractère général de la tectonique des Baléares* et que, pour chaque île en particulier, elle peut être résumée de la façon suivante :

I. — Minorque.

Minorque, dont l'étude géologique détaillée fut l'œuvre d'Hermite, comporte, ainsi que l'a montré ce regretté savant, deux parties bien distinctes séparées par une ligne N.O.-S.E., tirée du golfe d'Algairens à la Mola du port de Mahon.

Au nord de cette limite, les terrains primaires et secondaires plissés affleurent seuls ; au sud s'étend un plateau tertiaire, à strates presque constamment horizontales, formé de calcaires miocènes à Clypéastres (Burdigalien).

Cette dernière région très uniforme et dont les sédiments contien-

(1) Note présentée à la séance du 18 février 1895 ; manuscrit remis le même jour. Épreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 13 avril 1895.

(2) Cette note a été commencée à la Sorbonne sous la direction de M. Munier-Chalmas. Elle a été achevée à la Faculté de Grenoble, où M. le professeur Kilian a bien voulu en discuter les éléments et, par ses conseils, en faciliter la rédaction.

nent une faune littorale, doit être probablement considérée comme ayant appartenu à une partie de la mer miocène dont le rivage suivait la démarcation précédemment indiquée.

Hermite, qui a émis cette opinion, a prouvé que les calcaires tertiaires reposent en *discordance* indifféremment sur l'un ou l'autre des terrains secondaires dont l'ensemble constitue la région nord, et qu'en outre, on recueille à la base de ce Miocène des *galets* arrachés surtout aux assises du Dévonien et du Trias, qui constituaient alors la ligne côtière.

Fig. 1. — Minorque. Échelle de $\frac{1}{500000}$

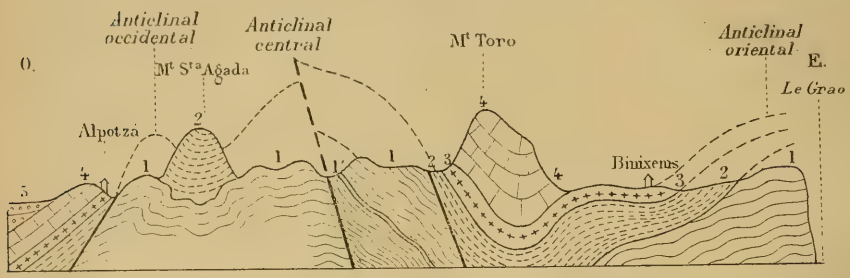
Les résultats négatifs qu'a fournis depuis lors la recherche de lambeaux miocènes parmi les accidents topographiques qui sillonnent la partie ancienne de Minorque, tendent à confirmer la précédente hypothèse : La mer miocène n'aurait donc, dans ce cas, recouvert que la moitié méridionale de l'île, dont le nord lui servait de rivage jusqu'au moment où des mouvements de faible amplitude auraient soulevé les calcaires à Clypéastres à une altitude peu différente de celles où ils se tiennent aujourd'hui.

La moitié septentrionale de Minorque, très tourmentée, se montre (fig. 1 et fig. 2) composée d'un grand anticlinal central, rompu au sommet et faillé, qui correspond à la région comprise entre le Monte Santa Agada à l'ouest, le Monte Toro à l'est.

Dans l'axe de cet anticlinal orienté N.5°E.-S.5°O, le terrain dévo-

nien affleure. Sur sa retombée occidentale, dans les environs de Furi de Baix, existe un faible anticlinal accessoire également rompu et séparé du principal par un petit synclinal que jalonne la montagne triasique de Santa-Agada.

Fig. 2. — Coupe d'Alpotzá au Grao.



1¹ Dévonien supérieur.
1 Culm.
2 Trias inférieur.
3 Trias moyen et supérieur.
4 Lias.
5 Miocène.
F Faille.

Échelle { des longueurs $\frac{1}{350000}$; des hauteurs $\frac{1}{17500}$

Sur le flanc oriental du grand anticlinal, les couches, après avoir plongé à l'est, se relèvent successivement de façon à donner naissance à un large synclinal dans lequel se dresse la montagne du Toro à sommet liasique.

Etant données les faibles dimensions de Minorque, il est impossible de suivre à longue distance les plissements qui viennent d'être énumérés. Cependant on remarque que les failles de la région méridionale ont la *même direction* que l'anticlinal central, et que si on prolonge au nord cet anticlinal, soit vers le cap de Caballeria, soit vers le cap d'Anfos, on s'aperçoit que des terrains de moins en moins anciens (Dévonien, Trias, Lias) apparaissent successivement en bandes étroites (fig. 1 et 3).

De même, quand du synclinal oriental on marche au nord dans la direction du cap Pontinat, on atteint des assises de plus en plus récentes (Trias et Lias), dont les derniers termes sont des lambeaux de Néocomien, de Barrêmien et peut-être d'Aptien inférieur (fig. 3).

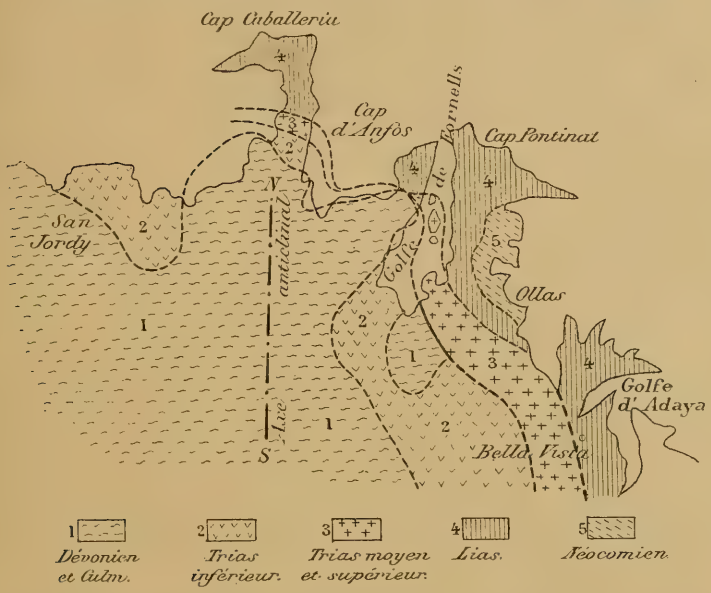
D'une pareille succession, on déduit que la rupture du grand anticlinal central devient de moins en moins profonde à mesure que ce pli se rapproche de la place qu'occupe le Nord de l'île actuelle. Cet anticlinal était donc moins aigu et allait en s'atté-

nuant vers le nord où il disparaît par suite d'un plongement brusque des couches qui sont en ce point étirées et amincies.

L'examen de la répartition des terrains sur la côte septentrionale de Minorque laisse également entrevoir la continuité des assises liasiques.

Celles-ci, les plus récentes qui soient encore visibles, à Caballeria et à Fornells, sur la voûte du grand anticlinal central, se suivent par Pontinat jusqu'à la Creu de las Ollas et vont par Bella-Vista se relier avec celles du même âge du synclinal de l'est (fig. 3).

Fig. 3. — Extrémité nord de l'anticlinal central. Échelle $\frac{1}{200000}$



La disposition *périclinale* de l'extrémité nord de l'anticlinal central semble donc ainsi bien nette dans toute sa moitié orientale.

Des faits analogues ne s'observent pas, il est vrai, à l'ouest du promontoire de Caballeria, sauf près de San Jordy, où un témoin de Grès bigarré s'est maintenu sur les psammites du Culm. On ne saurait donc poursuivre avec certitude dans cette direction le raccord des couches des synclinaux orientaux avec celles du grand anticlinal central, ainsi qu'il a été possible de l'essayer à l'est de ce dernier.

D'où venaient les poussées qui ont ainsi plissé et faillé le sol de Minorque ?

L'alignement général N.-S. de l'axe des anticlinaux et surtout le caractère de ses failles de rupture enseignent que les poussées venaient de l'est (fig. 1 et 2). L'orientation N.-S. des lignes de brisures dans la masse peu plastique des calcaires miocènes, conduit aux mêmes conclusions en mettant du même coup en lumière la persistance avec laquelle les forces ont agi dans le même sens.

Il est bon d'ajouter que l'existence d'un petit nombre de cassures *presque perpendiculaires* aux barrancos creusés dans les calcaires à Clypéastres ; celle de plusieurs failles *normales à l'axe des plis* dans les terrains anciens (faille d'Alcoitx à Binixems); la fragmentation des plis suivant ces mêmes axes, comme aussi l'étude des fractures de la grande Cordillière de Majorque, font voir que les efforts orogéniques n'ont pas produit que des accidents N.-S., quoique cependant ces derniers soient de beaucoup les plus importants à Minorque (fig. 1).

II. — Majorque.

Majorque peut être considérée dans son ensemble comme *le débris d'un vaste synclinal* dont l'axe orienté N.E.-S.O. traverse l'île de la Baie d'Alcudia à celle de Palma.

La grande Cordillière qui borde la côte occidentale représente un flanc de ce synclinal, les chaînes d'Arta et de Felanitx qui longent le rivage oriental figurent les restes de l'autre flanc (fig. 4).

Toutefois, si les traits géographiques principaux de la grande Baléare suffisent par leur simplicité à en faire comprendre la tectonique générale, celle-ci n'en présente pas moins une complexité notable, quand on examine séparément chacun des éléments du grand synclinal auquel appartient l'île envisagée dans sa totalité.

Chacun des flancs de ce synclinal, en effet, se décompose par suite de plis et de failles en un système d'anticlinaux accessoires difficiles à mettre en évidence dans les chaînes orientales, bien nets au contraire dans la haute Cordillière occidentale.

Dans cette dernière les caractères suivants sont surtout dignes de remarque.

Sur la plus grande longueur de cette Sierra (Entre Pollenza et le port de Valdemosa) les crêtes culminantes jalonnent un anticlinal rompu au voisinage de la ligne côtière actuelle (fig. 4 et 5).

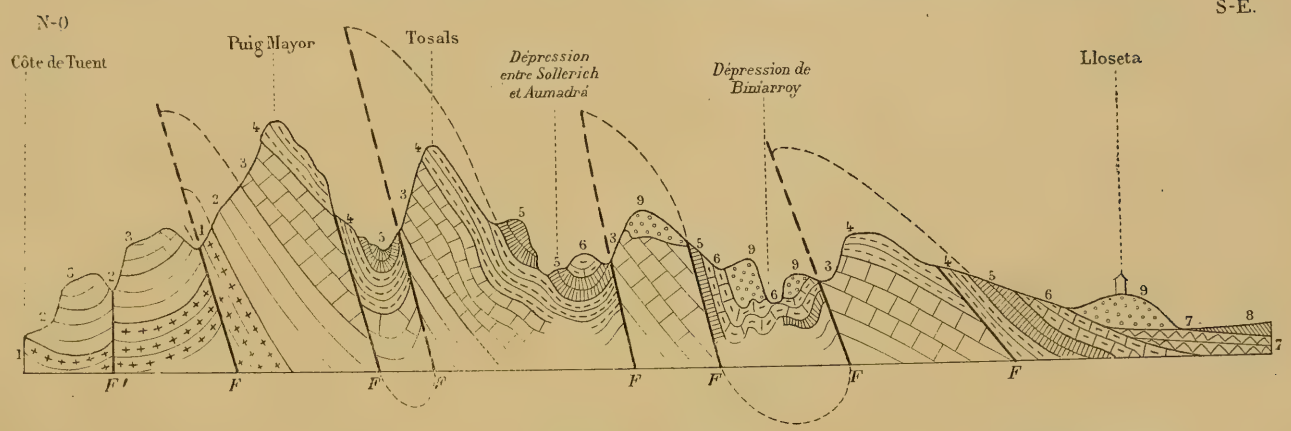
Ce pli faille montre le plus souvent que le flanc nord-ouest de l'anticlinal a glissé en se redressant le long de la cassure. La faille a donc ainsi un « regard » nord-ouest très caractérisé et le rejet vertical, aux endroits où il peut être mesuré, atteint 300 mètres.

L'étage le plus ancien affleurant dans le noyau de l'anticlinal principal est le Trias inférieur. Sur la retombée nord-ouest du pli, les terrains qu'on observe appartiennent au Lias, au Jurassique inférieur et au Nummulitique. Sur la retombée sud-est, la succession comporte : le Jurassique inférieur, moyen et supérieur, bien développés avec lambeaux de Nummulitique.

Fig. 4. — Majorque. Échelle de $\frac{1}{800000}$

Les plis accessoires de la Cordillière, parallèles au grand anticlinal côtier, sont aujourd'hui indiqués, comme en Andalousie, par leur retombée méridionale et la trace de la faille suivant laquelle ils se sont rompus. Devant sans doute leur origine aux mêmes actions que le grand anticlinal, ils reproduisent, chacun en petit, le trait

Fig. 5. — Coupe de Tuent à Lloseta. — Échelle des longueurs $\frac{1}{300000}$; Échelle des hauteurs $\frac{1}{45000}$



1 Trias moyen et supérieur,
2 Lias,
3 Bajocien et Bathonien,
4 Callovien et Oxfordien?
5 Rauracien et Tithonique,
6 Néocomien et Barrêmien,
7 Albien,
8 Lacustre éocène,
9 Nummulitique,

F Faille de plissement,
F' Faille d'effondrement.

saillant de sa structure, c'est-à-dire cette faille à regard nord-ouest surplombant les débris de la retombée septentrionale du pli. C'est un nouvel exemple de la tendance vers la *structure imbriquée* si bien définie par M. Suess (fig. 5).

S'il y a similitude dans les formes tectoniques, il y a par contre variation progressive dans la nature de chacun des plis à mesure que ceux-ci se rapprochent davantage du bord sud de la Cordillière.

Très rarement le Trias moyen apparaît dans leur axe, mais d'ordinaire, les étages secondaires se complètent par l'adjonction de termes d'autant plus récents, que l'on considère des anticlinaux plus extérieurs. Le Néocomien et le Barrêmien, par exemple, existent sur la retombée méridionale des plis de la partie centrale de la Cordillière (Sollerich) ; le Gault et le Cénomanien ne recouvrent jamais que les pentes des ridements limitrophes du plateau miocène qui constitue la plaine de Majorque.

Le nombre de plis accessoires dont il vient d'être question s'élève à trois, comme on le constate dans la région comprise entre le Puig Mayor et le village de Lloseta. Partout ailleurs, ils sont moins nets, bien qu'on en retrouve des tronçons dans les autres parties de la Cordillière quand les couches du Nummulitique ont été enlevées et quand les étages jurassiques supérieurs, les meilleurs repères que l'on possède dans la montagne, ont été respectés par l'érosion (fig. 4 et 5).

Des phénomènes de même ordre que ceux qui viennent d'être cités mais dont la trace est cependant restée beaucoup moins visible, ont affecté les monts orientaux de l'île.

Le Bajocien et le Bathonien constituent la presque totalité, cependant la présence du Tithonique, du Néocomien et du Nummulitique a pu être prouvée en nombre de points, soit du pourtour (Llodrà), soit de l'intérieur même des chaînes (Son Macià).

Ainsi qu'il a été dit précédemment, le Gault et le Cénomanien sont les seuls des étages secondaires reconnus à Majorque qui n'aient jamais été observés que sur les pentes les plus extérieures de la Cordillière ou à son pied. Il n'en résulte pas pour cela qu'ils ne se soient pas étendus comme les termes précédents sur la zone où se dresse aujourd'hui la Sierra principale. L'absence de tout conglomérat dans leurs strates, la finesse de leurs sédiments, la nature de leur faune presqu'exclusivement composée de Céphalopodes, indiquent bien des dépôts qui n'ont pas dû s'effectuer au voisinage immédiat d'un rivage. Il y a donc tout lieu de supposer qu'ils ont recouvert les mêmes espaces que le Néocomien et

le Barrêmien sous-jacents et que l'érosion prénummulitique les a fait disparaître.

Dans tous les plis dont il vient d'être question, la disposition relative des terrains permet de se rendre compte des mouvements dont la zone de la Cordillière a été le théâtre *antérieurement à l'époque nummulitique.*

Déjà, à la fin des temps triasiques, des intercalations répétées de poudingues au milieu de calcaires dénotent une instabilité des rivages qui fut vraisemblablement suivie d'une émersion, puisqu'aucun vestige des faunes infraliasique et sinémurienne n'a jusqu'à présent été découvert à Majorque.

Après une longue période de calme, pendant laquelle se déposèrent les épais bancs calcaires bajociens et bathoniens, de nouvelles oscillations se produisirent probablement. Elles ont dû se prolonger pendant toute la période comprise entre le Callovien moyen et l'Oxfordien supérieur, les dépôts fossilifères de ces étages jurassiques faisant complètement défaut.

A partir du Rauracien, il ne semble plus y avoir de lacune dans la série jurassique supérieure de Majorque. Toutefois, on y relève, dans les assises de calcaires stratifiés, l'intercalation de plusieurs niveaux de calcaires *grumeleux à rognons*, indices d'un régime marin très spécial déjà signalé le long du bord du plateau central de la France, (Les Vans, etc.) (1), dans les Alpes françaises et en Andalousie.

La tranquillité qui renaquit à la fin du Portlandien se prolongea pendant la plus grande partie du Crétacé inférieur, ainsi que l'atteste la nature uniforme des dépôts néocomiens et barrêmiens. Survint ensuite une phase nouvelle d'oscillation qui se traduisit par l'absence complète de l'Aptien (2) et la *transgression de l'Albien* dont les assises supérieures passent au Cénomanien, sans qu'on y puisse noter une nouvelle discordance, comme cela a lieu en nombre de points du bassin méditerranéen.

En définitive, sur l'emplacement de la grande Cordillière, des poussées orogéniques ont produit, à plusieurs reprises, longtemps avant l'époque nummulitique, des ridements dont les conséquences ultérieures furent des lacunes ou des trangressions. Durant chaque

(1) M. Kilian a attiré l'attention sur ce faciès rognonneux bréchoïde, mais toujours *privé de cailloux étrangers* et sur sa singulière répartition. Il a émis l'hypothèse qu'on y pouvait peut-être voir le résultat d'une sédimentation dans une mer agitée.

(2) A Iviza, l'Aptien présente en effet des couches marno-gréseuses et des poudingues qui semblent indiquer le voisinage d'une côte.

période de dislocations, les reliefs du sol, édifiés au cours de l'ère précédente, furent plus ou moins modifiés, effacés même, au point que ceux qui résultent des mouvements postérieurs au dépôt des sédiments nummulitiques sont la plupart du temps ceux qui frappent davantage aujourd'hui, au cours d'une première observation.

Cependant la *discordance angulaire* très nette qui se note à la base de ces dépôts éogènes, permet d'affirmer que les *mouvements orogéniques prénummulitiques* ont, en certains points, produit des dislocations énergiques semblables à celles qui ont été décrites en Andalousie par MM. Bertrand et Kilian, et dans les Alpes françaises par MM. Kilian, Haug et P. Lory.

Le Lacustre dont la formation concorda avec le début de l'ère tertiaire et qui sert parfois de substratum au Nummulitique, n'affleure pas à l'ouest du pied des contreforts méridionaux de la Sierra principale. Cette répartition géographique le rapproche du Gault et du Cénomanien dont il s'écarte tant par la variété de ses dépôts, que par leur dissemblance en des points rapprochés et aussi par la disposition lenticulaire des lignites qui y sont intercalés. Tout indique donc une sédimentation accomplie dans une nappe d'eau douce sous l'influence des cours d'eau descendant d'une région élevée; la limite septentrionale du bassin n'empiétait pas sensiblement sur le domaine actuel de la grande Cordillière.

La conclusion précédente sur l'extension du Lacustre vers l'Occident semble applicable au Miocène, en ce qui concerne la position du littoral durant cette période.

La fréquence des bancs de poudingues à la base de ce terrain (Muro-Alqueria), la faune littorale recueillie dans les calcaires et, en général, la faible inclinaison de ses strates par rapport à l'horizontale, font penser qu'il y a été déposé le long d'une côte occupant la place des derniers contreforts méridionaux de la Cordillière, et que c'est par une simple accentuation d'un relief déjà existant qu'il s'est trouvé définitivement émergé.

Les endroits où le Miocène du plateau majorquain échappe le plus à cette règle si constante de l'horizontalité sont les deux bombements à noyau jurassique situés, l'un entre Santa-Margarita et San-Juan, l'autre culminant au sud-est de Porreras. Tous deux doivent être envisagés comme les débris d'un même pli, parallèle à ceux des Cordillières limites.

C'est sur leur retombée occidentale, seule conservée, que le Miocène apparaît régulièrement redressé et ce phénomène s'explique par

la considération que le Tertiaire moyen a dû subir ce relèvement par l'effet de poussées consécutives qui l'ont refoulé contre les îlots secondaires et éocènes déjà émergés.

Ces derniers faits ont donc rendu manifeste l'existence d'une phase pendant laquelle *les plis et les failles anciennes* ayant commencé *à rejouer*, le relief de la Cordillière tendit à s'accentuer davantage et à acquérir une altitude peu différente de celle qu'il possède aujourd'hui. Ces oscillations n'ont du reste pas cessé après l'émersion du plateau miocène car l'examen du *Pliocène* et du Quaternaire, fait jadis par M. Vidal et par Hermite, a montré que ces dépôts ont vu plusieurs fois, depuis leur origine, leur niveau sensiblement modifié.

Si maintenant on se reporte à ce qui a été dit auparavant au sujet de l'orientation N.-S. des plis de Minorque, on remarquera combien ceux de la Cordillière de Majorque s'écartent de cette direction. Leur axe s'incline en effet toujours du N.-E. au S.-O., et tel est aussi le sens des grandes failles de cette même Cordillière, ainsi que celui de la majeure partie des fractures du plateau miocène dans la région centrale de l'île.

D'autre part, mieux encore que dans la Baléare septentrionale, on relève à Majorque nombre de cassures *orthogonales*, c'est-à-dire perpendiculaires à l'axe des plis, et par conséquent ouvertes du N.-O. au S.-E. Parmi ces derniers accidents on peut citer par exemple dans la Sierra principale, les barrancos au sud de Valldemosa et d'Aumadra, la vallée de Soller ; dans les chaînes orientales les coupures de Cañamel et un tronçon de celle de San Llorens; dans le plateau central les fractures qu'empruntent les torrents de Villafranca, de Santany et des environs de Campos (fig. 4).

III. — Cabrera.

La petite île de Cabrera prolonge vers le sud-ouest la chaîne montagneuse qui court le long de la côte orientale de Majorque.

Son ossature est tout entière formée par le Jurassique supérieur à faciès tithonique recouvert en concordance par des couches à faune de Berrias où des calcaires, probablement construits, alternent souvent avec d'autres bien stratifiés et plus marneux. Ces derniers passent au Néocomien inférieur ; puis, sur les assises secondaires s'étendent *transgressivement* des lambeaux de Nummulitique inférieur, identiques à ceux de l'extrémité sud de Majorque, comme l'avait déjà fait ressortir Hermite.

Le plongement général des couches a lieu vers le S.-S.E. de sorte

que l'île entière pourrait bien représenter un tronçon de la retombée est, d'un des plis qui entraient dans la composition de la chaîne côtière orientale de Majorque (fig. 4).

IV. — Iviza.

Les traits principaux de la structure géologique d'Iviza, tels que les études de MM. Vidal et Molina et aussi les miennes les ont fait connaître, peuvent être figurés de la manière suivante (fig. 6) :

Fig. 6 — Iviza et Formentera. — Échelle de $\frac{1}{500\ 000}$

Un anticlinal traverse la partie septentrionale de l'île entre le promontoire de Capmanich à l'est et le Cap Nonò à l'ouest : L'orientation de son axe est N.-O. Il est essentiellement constitué, dans sa partie centrale, par le sous-étage norien du Trias et par des ter-

rains jurassiques dont les assises les plus élevées, qui ne sont fossillifères qu'à partir du Rauracien à *Peltoceras bimammatum*, ont pu seules être datées avec certitude.

Sur la retombée septentrionale de ce pli, les étages crétacés inférieurs, du Valanginien à l'Aptien inclus, ont subsisté par places. Il est toutefois exceptionnel que la série entière puisse s'observer au même point en superposition sur les terrains plus anciens de l'anticlinal (Vallée de Saint-Vicent), car presque toujours, les failles ou les *étirements* ont entraîné la disparition d'une, sinon de plusieurs assises crétacées.

Celles-ci réapparaissent sur le flanc sud de l'anticlinal, très incomplètes et disposées suivant une zone qui court de la plaine de Santa-Eularia à l'est à celle de San-Rafael à l'ouest. Cette bande crétacée occupait vraisemblablement autrefois le fond d'un synclinal auquel succédait, plus au sud, un nouvel anticlinal, situé en partie sur l'emplacement de la dépression qui sépare aujourd'hui Iviza de Formentera.

Un fait vient à l'appui de cette opinion, c'est la réapparition des terrains jurassiques supérieurs (zones à *Peltoceras transversarium*, à *Oppelia tenuilobata*, Tithonique, niveau de Berrias) dans la région sud-ouest de l'île, depuis la plage de Codolar, jusqu'au Cerrogrande et à la Cala d'Estañol, où ils disparaissent sous les calcaires marneux néocomiens du synclinal dont il vient d'être précédemment question.

Cet anticlinal du Sud devait d'ailleurs être rompu moins profondément dans sa partie orientale qu'il ne l'était à l'ouest. En effet, si on le suit dans cette dernière direction, on voit dans les environs de San-José, au sud-ouest de l'île, les terrains jurassiques de l'axe plonger sous le Crétacé inférieur que surmonte même un lambeau de Cénomanien dans le massif du Cap Llentrisca.

Enfin, c'est dans cette même région de San José, au nord de l'Atalayassa, que s'opère le raccordement des assises du Crétacé inférieur qui recouvre l'extrémité orientale de l'anticlinal du Sud, avec les couches du même âge du synclinal central d'Iviza.

V. — Formentera.

Les écueils dont est parsemé le détroit qui règne entre Iviza et Formentera ne fournissent que peu de données sur les terres qui réunissaient jadis ces deux îles.

Les plus rapprochés de la baie d'Iviza, jusqu'a ceux de Freus

inclusivement, se montrent formés de strates qui, bien que sans fossiles, offrent une telle analogie avec des calcaires jurassiques de l'île voisine qu'on doit les rapporter aux mêmes terrains. Mais aussitôt qu'on atteint, plus au sud, l'Espalmador, on reconnaît dans les assises les plus inférieures de cet îlot, les bancs à *Strombus coronatus* Defr. qui affleurent sur plusieurs points du littoral de Majorque (fig. 6). C'est aussi dans ces mêmes couches qu'est découpée la falaise septentrionale de Formentera, près de Punta Prima, et ce sont également elles qui sont visibles dans plusieurs échancrures de la côte occidentale, quoiqu'elles y soient recouvertes presque partout par des calcaires à *Helix* pléistocènes. Quant à la Grande Mola orientale, si semblable d'aspect au plateau tertiaire majorquain, elle est en effet composée de calcaires de même âge que ceux qui le constituent, avec cette restriction, que les assises les plus élevées du Miocène y semblent totalement absentes.

Les couches sableuses à *Helix* s'étendent sur la plus grande partie de l'île où elles s'élèvent à l'altitude de 190 mètres au-dessus du niveau de la Méditerranée.

Les fractures, que l'on peut observer dans les deux Molas est, et ouest de Formentera, étant très réduites comme nombre et comme dimensions, les conclusions à tirer de leur orientation ne sauraient revêtir une grande importance. On doit noter cependant qu'il en est plusieurs ouvertes E.-O. sur le plateau occidental, et que les courts barrancos qui entaillent le flanc est de la Mola orientale suivent également la même direction.

Au point de vue général de la répartition des terrains dans l'ensemble de l'Archipel, la nature de ceux qui composent la masse de la Baléare méridionale, fait en somme connaître qu'au pied des zones plissées d'Iviza, comme à la base de la Cordillière de Majorque, s'étendait vers le sud un *plateau tertiaire,* dont les strates très peu déviées de l'horizontale, sont un nouvel argument en faveur de l'hypothèse précédemment émise de l'antériorité des plissements par rapport au dépôt des assises burdigaliennes.

Pour résumer : De tous les traits généraux, déduits de la comparaison des diverses Baléares entre elles, les suivants méritent, ce semble, de fixer plus particulièrement l'attention.

1° La structure uniforme des plis principaux qui révèlent la production de poussées intenses ayant amené la *rupture par faille.*

2° L'ancienneté plus grande des terrains affleurant dans l'axe des îles plus septentrionales (Dévonien à Minorque ; Virglorien à Ma-

jorque ; Tyrolien à Iviza), phénomène qui paraît indiquer que les efforts orogéniques ont été plus intenses dans le Nord et y ont entraîné par suite des ruptures plus profondes.

3° La position géographique des axes des plissements qui, N.-S. dans la Baléare septentrionale, passent à N.E.-S.O. à Majorque pour finir par être presque E.-O. plus au sud encore à Iviza (fig. 1, 2 et 3).

Cette *variation progressive dans l'orientation des axes* semble assez importante pour qu'on tente de l'expliquer.

C'est en effet celle qu'engendrerait une poussée vers le N.-O. issue d'une chaîne axiale située à l'est, et *tournant un bord concave vers le N.-O.* Or, cette direction N.-O. est justement la moyenne entre les directions de pressions extrêmes constatées dans les plissements de l'Archipel. De plus, ne pourrait-on pas retrouver les restes du massif cristallin axial dans le prolongement oriental de la chaîne bétique qui courait parallèlement à la côte algérienne actuelle et rejoignait la Sardaigne et la Corse, considérées par M. Suess comme les restes d'une branche infléchie d'une chaîne ancienne, celle des *Alpes Tyrrhéniques* de M. Lotti, dont le Dr Virgilio (1), vient d'exposer magistralement le rôle dans ses études sur la genèse de l'Appennin.

Telle est l'hypothèse proposée. Elle semble avoir pour elle une grande somme de probabilités que l'on serait tenté de transformer en une certitude, si plusieurs lacunes dans nos connaissances ne la rendaient malheureusement invérifiable sur quelques points.

C'est d'abord l'absence de toute terre émergée pouvant servir de point de repère, soit entre les Baléares et l'Afrique, soit entre ces îles et la Corse.

C'est ensuite l'impossibilité de prouver d'une manière indiscutable la contemporanéité, *cependant bien probable*, des ridements qui ont affecté l'ensemble de l'Archipel. Si, en effet, on a pu retrouver à Majorque la trace d'une suite d'efforts orogéniques ante, et post-nummulitiques et en évaluer l'importance relative, on a dû également se convaincre par le résumé de la structure géologique des autres îles, que pareille démonstration n'a pu être faite ni à Minorque, ni à Iviza.

Cependant à ces caractères négatifs, on en peut opposer d'autres qui ont bien aussi leur valeur, à savoir : que les vestiges d'oscillations post-triasiques sont visibles à Majorque et à Iviza ; qu'une émersion

(1) Dr Virgilio. Étude sur la Colline de Turin. 1895, Turin.

commune des trois îles à l'époque du Crétacé supérieur est extrêmement problable ; qu'à Majorque le *Nummulitique est en discordance angulaire* sur les terrains plus anciens ; enfin que dans tout l'Archipel les *mouvements post-miocènes* ont été la règle et durent revêtir les mêmes caractères puisqu'ils ont produit des résultats identiques. Il existe donc une corrélation évidente entre les phénomènes dont les diverses îles furent simultanément le théâtre et, comme les deux derniers (« discordance angulaire du Nummulitique ; mouvements post-miocènes »), se retrouvent précisément dans les ridements subbétiques, il y a tout lieu d'admettre que les Baléares sont en réalité le *prolongement de cette zone vers l'Orient.*

On sait en outre que des faits de même ordre que ceux précédemment cités, se sont produits dans la zone des Alpes voisines de la Provence et dans la Provence elle-même.

Ces analogies dans l'histoire et la structure de ces différentes régions ramène donc involontairement à l'idée que *les Baléares appartiennent à la même virgation* que *celles-ci, et que ces îles représentent un lambeau de la zone externe sinueuse d'une longue chaîne cristalline, actuellement abîmée sous les flots de la Méditerranée occidentale*, chaîne dont la partie méridionale *reliait autrefois la Sierra-Nevada au système sardo-corse seul émergé aujourd'hui.*

NOTE

SUR LA

DÉCOUVERTE DU LIGÉRIEN A CÉPHALOPODES

DANS LES ENVIRONS DE PADERN (Pyrénées-Orientales)

par **M. Joseph ROUSSEL** (1).

J'ai déjà eu l'occasion de signaler la présence des *Ammonites* dans le Turonien des environs de Padern, village situé dans les Corbières, à l'extrémité orientale du bassin crétacé de Rennes-les-Bains. Toutefois mon attention ne s'était pas portée, d'abord, sur la couche qui les contient, et, faute de points de repère suffisants, je n'avais pu déterminer son niveau avec exactitude. Récemment, j'ai pu découvrir qu'elle est interposée entre les couches du Ligérien à *Terebratella carentonensis* et celles de l'Angoumien à *Hippurites petrocoriensis*.

Il en résulte que le Turonien de Padern est ainsi composé :

4. Marnes avec lentilles de calcaire à :

Hippurites petrocoriensis Douvillé
Hippurites giganteus, d'Hombres-Firmas.
Hippurites Moulinsi, d'Hombre-Firmas.
Hippurites resectus, Defrance.

Épaisseur : 30 m.

3. Calcaire jaunâtre à l'air, renfermant :

Mammites Rochebrunei, Coq.
Tissotia Galliennei, d'Orb.
Pachydiscus Austeni, Scharpe.
Pachydiscus Linderi, de Grossouvre.
Inoceramus labiatus, Brong.

Épaisseur : 5 m.

2. Gros banc de calcaire corallien à Échinides : 5 m.

1. Calcaires marneux à *Terebratella carentonensis, Ostrea carinata, Cyphosoma variolare :* 10 m.

(1) Note présentée à la séance du 18 février 1895; manuscrit remis le même jour. Épreuves corrigées par l'auteur, parvenues au Secrétariat le 14 avril 1895.

Les assises 4 représentent la partie supérieure du Turonien, c'est-à-dire l'Angoumien, et les assises 3, 2, 1, le Ligérien.

En effet, l'Angoumien des deux Charentes et celui de la Provence contiennent principalement *Hippurites petrocoriensis*, *Hip. giganteus*, *Hip. Moulinsi* et *Hip. resectus*.

Les fossiles caractéristiques de l'assise 3 ont une extension très grande, car on les retrouve à la partie supérieure du Ligérien dans l'Angoumois, la Touraine, la Normandie, la Westphalie, etc.

Dans l'Angoumois et en divers autres lieux, la partie inférieure du Ligérien est formée par des couches à Échinides et à *Terebratella carentonensis*, comme à Padern.

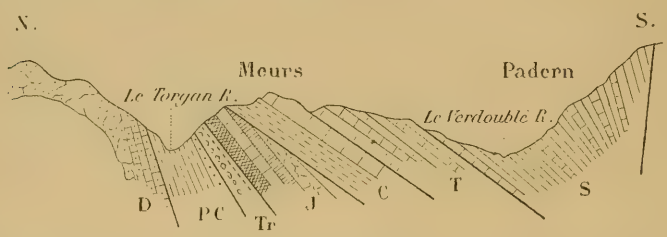
Outre les espèces d'Ammonites ci-dessus énumérées, l'assise 3 en renferme 5 autres qui sont nouvelles ou qu'il n'a pas été possible de déterminer d'une manière certaine. Deux d'entre elles rappellent *Mammites nodosoïdes* et *Prionotropis papalis* du Ligérien supérieur; une autre espèce ressemble au *Mortoniceras inconstans* du Tourtia de Westphalie, une quatrième au *Desmoceras latidorsatum* de l'étage albien, et la cinquième n'est autre, très probablement, que le *Gaudryceras Rouvillei* récemment décrit par M. de Grossouvre et que M. Jean a recueilli, aux environs de Sougraignes, dans une couche qu'il rapporte, mais à tort, sans doute, au sous-étage santonien.

Ce n'est pas seulement dans les environs de Padern que le Turonien des Corbières contient les espèces d'Ammonites que je viens de citer, car M. Douvillé m'en a montré dans la collection de l'École des Mines qui proviennent des Bains-de-Rennes. Il est vraisemblable, du reste, que plusieurs des espèces citées par divers auteurs dans le Sénonien appartiennent au Turonien. C'est ainsi que le *Pachydiscus Linderi* de Grossouvre, dont un exemplaire, d'après M. Jean, aurait été trouvé dans les couches à *Micraster brevis*, accompagne, à Padern, *Mammites Rochebrunei*, *Tissotia Galliennei* et *Pachydiscus Austeni* : il ressemble même beaucoup à cette dernière espèce, qui est la plus commune du Ligérien de Padern.

Les Ammonites et les Hippurites citées dans cette note ont toutes été recueillies par moi et je les ai étudiées dans le laboratoire de M. Douvillé avec le concours du savant professeur. M. de Grossouvre avait déjà examiné quelques exemplaires d'Ammonites.

La présence de ces fossiles dans les environs de Padern montre l'intérêt qui s'attache à l'étude de cette partie du grand bassin crétacé de Rennes-les-Bains. Du reste, depuis longtemps déjà, j'avais découvert dans ce lieu la faune des marnes gypsifères du Cénomanien inférieur, que j'avais vainement cherchée ailleurs.

La coupe ci-dessous représente l'allure des couches et la position du Turonien fossilifère dans les vallées du Torgan et du Verdouble, à mille mètres environ en amont de Padern :



Sénonien : S. — Marnes alternant avec de gros bancs de calcaire.
— Marnes à *Micraster brevis*.
— Calcaires.

Turonien : T. — Marnes alternant avec des calcaires à *Hip. giganteus*, *Hip. Moulinsi*, *Hip. resectus*.
— Calcaires à *Mammites Rochebrunei*, *Tissotia Galliennei*, *Pachydiscus Austeni*, *Pachydiscus Linderi*, *Inoceramus labiatus*.
— Calcaire corallien à Echinides.
— Calcaire marneux à *Terebratella carentonensis*, *Ostrea carinata* et *Cyphosoma variolare*.

Cénomanien : C. — Calcaire à *Caprinula Boissyi*, *Polyconites operculatus*, *Radiolites*, etc.
— Marnes noires avec parties rouges ou jaunâtres alternant avec des calcaires coralliens, des calcaires noduleux et des grès verts. Dans ces diverses couches j'ai recueilli, entre autres fossiles : *Orbitolina concava*, *Epiaster distinctus*, *Hemiaster regulusonus*, *Botriopygus ataxensis*, *Pigaulus subæqualis*, *Pyrina Rousseli*, *Discoidea subuculus*, *Discoidea arizensis*, *Peltastes acanthoides*, *Gliphocyphus radiatus*, *Orthopsis granularis*, *Goniopygus major*, *Terebrirostra lyra*, *Trigonia spinosa*, *Ichthyosarcolithus*, *Cerithium peregrinorsum*, *Desmoceras Mayarianum*, etc.

Jurassique : J. — Dolomies et calcaires.

Trias : T. — Marnes rouges et conglomérats.

Permo-Carbonifère : PC. — Schistes carburés et conglomérats.

Dévonien : D. — Calcaires et dolomies.

NOTE

SUR LES

CALCAIRES CORALLIGÈNES D'ISTEIN

par **Mathieu MIEG** (1).

BIBLIOGRAPHIE

Dr A. Oppel. Die Juraformation. Stuttgart, 1857. — Dr Fr. Sandberger. Ein Beitrag zur Kentniss der jurassischen Schichten des Badischen Oberlandes. *Bronn. Jahrb.* 1857, *Würtb. naturw. Zeitschrift,* 1864. — Dr G. Steinmann et Dr F. Graeff. Geolog. Führer der Umgebung von Freiburg. 1890. — Carl Lent und G. Steinmann. Die Renggerithone im Badischen Oberlande. *Mitth. der grossh. Bad geol. Landesanstalt,* II, Bd. XVI. Heidelberg, 1892. — Otto Hug. Vorlaüfige Mittheilung über das Vorkommen von Astartien am Isteiner-Klotz. *Neuen Jahrb. für Mineralogie,* etc., 1895, Bd. I. — Mathieu Mieg. Note sur le gisement de Terrain à chailles marno-calcaire du Buchgraben. *Compte-Rendu des séances de la Soc. géol. de France,* 3e Sér., T. XXII, no 11. Séance du 21 mai 1894.

Depuis la courte note (2) que j'ai présentée à la Société géologique sur le gisement de terrain à chailles marno-calcaire de Buchgraben, près d'Istein, j'ai eu l'occasion d'étudier plus à fond les calcaires coralligènes entre Kleinkembs, Istein et Efringen, et de recueillir dans les différents niveaux une série de fossiles que M. P. de Loriol (3) a bien voulu examiner et déterminer avec le plus grand soin. Bien que j'aie été quelque peu devancé par M. Otto Hug qui, dans une note préliminaire parue récemment dans le *Neuen Jahrbuch für mineralogie* (4), a signalé la présence de l'Astartien dans

(1) Note présentée à la séance du 1er avril 1895; manuscrit remis le 27 mars. Epreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 15 avril 1895.

(2) Mathieu Mieg. Note sur le gisement de Terrain à chailles marno-calcaire du Buchgraben. *C.-R. des Séances de la Soc. géol. de France,* 3e Sér., T. XXII, no 11. Séance du 21 mai 1894.

(3) Je tiens à remercier ici M. de Loriol pour le concours si obligeant et si empressé qu'il a bien voulu me prêter.

(4) Otto Hug. Vorlaüfige Mittheilung über das Vorkommen von Astartien am Isteiner-Klotz. *Neuen Jahrb. für Mineralogie,* etc., 1895. Bd I.

les niveaux supérieurs des calcaires coralligènes d'Istein, je n'ai pas hésité à publier le résultat de mes observations, faites dans le courant de l'année 1894 aux environs d'Istein, appuyées par les listes de fossiles, si consciencieuses et en grande partie inédites, que je dois à l'obligeance de M. P. de Loriol, aucun travail d'ensemble, quelque peu complet, n'ayant encore paru sur les calcaires coralligènes d'Istein.

Les calcaires coralligènes d'Istein dont le substratum est formé par le terrain à chailles marno-calcaire (1), se poursuivent sans interruption de Kleinkembs à Istein et à Efringen pour se continuer à l'entrée de la vallée de l'Enge (Engethal), entre Efringen et Wintersweiler. L'épaisseur totale de ces calcaires atteint environ 50 mètres, dont environ 40 mètres pour les calcaires compacts avec nodules de jaspe (faciès corallien à Polypiers) et environ 8 mètres 50 pour les couches supérieures, comprenant un niveau mince de calcaire marneux à Lamellibranches, puis des calcaires compacts à Nérinées formant le substratum de l'Oligocène de la région. En suivant du N. au S.-E. la route de Kleinkembs à Efringen, on pourra relever une série de coupes capables de donner une idée exacte de la composition des calcaires coralligènes d'Istein.

Coupe de la station de Kleinkembs

La tranchée en face de la gare de Kleinkembs présente de haut en bas la coupe suivante :

	Lehm	10 à 12 mètres environ.
	Sidérolithique (Bohnerz) autrefois exploité en galeries	1 mètre environ.
	Calcaire compact.	8 à 9 mètres environ.
(A)	Calcaire compact à Nérinées (2) (*Ptygmatis bruntrutana* Thurm.)	$1^{m}40$ environ.
(B)	Calcaire marneux à Lamellibranches. *Pecten Buchi*, *Perna rhombus*, etc. . .	$0^{m}30$ à $0^{m}40$ environ.
(B)	Calcaire compact à *Terebratula insignis*, Polypiers, etc., avec nodules de jaspe, parfois fossilifères, vers le haut . . .	30 mètres environ.

(1) Outre le gisement du Buchgraben, le terrain à chailles marno-calcaire est également visible à la sortie du tunnel du Hardberg et à l'entrée de celui du Klotzenstein, près d'Istein (direction de Kleinkembs).

(2) D'après les déterminations de M. P. de Loriol dans ces calcaires se sont rencontrés en outre les fossiles suivants :

Nerinea contorta Buv. ? Fragment trop petit pour permettre une détermination certaine.

Terebratula Bauhini Et. Douze exemp. moyens et petits.

Pecten Etalloni P. de Loriol ? Echant. douteux et mal conservé.

Zeilleria Hudlestoni (Walker) Douvillé ? Echant. mal conservé.

Ces calcaires plongent vers l'est, et en suivant dans le haut le calcaire compact à Nérinées, jusqu'au ravin et à la combe de la Kachelfluh on peut observer que ces niveaux supérieurs forment le substratum du terrain tertiaire oligocène. Cette partie inférieure de l'Oligocène, visible à la Kachelfluh, est formée par un calcaire marneux, grumeleux, non fossilifère, à nodules variant de l'épaisseur de 1mm à 1cm 1/2.

En continuant la grande route dans la direction d'Istein, on rencontre à environ 1 kilomètre et demi de Kleinkembs, avant le pont du chemin de fer (Wildebrucke) une ancienne carrière abandonnée dont la coupe prise de haut en bas est la suivante :

Calcaire compact.	6 à 8 mètres environ.
Bancs calcaires très riches en Polypiers, *Cidaris florigemma, Terebratula insignis*, etc. . .	5 mètres environ.
Sable jaunâtre	0m30 environ.
Bancs de calcaire compact avec *Terebratula insignis*.	(en partie visibles).

Cet ensemble de couches correspond à la partie moyenne et supérieure des calcaires coralligènes (C) au-dessous du banc de calcaire marneux à Lamellibranches et des calcaires compacts à Nérinées. Les nodules de jaspe qui devraient se rencontrer à la partie supérieure de la carrière font ici défaut, ainsi que plus bas du côté d'Istein. Ils ont peut-être disparu par érosion, car on retrouve les rognons de jaspe zoné du Malm du Sundgau et du Grand-Duché de Bade dans le diluvium de la vallée du Rhin, notamment dans les gravières de Rixheim.

A mi-chemin de la route de Kleinkembs à Istein, on rencontre le gisement de terrain à chailles marno-calcaire du Buchgraben, puis un peu plus loin, les grandes carrières ouvertes au pied des rochers d'Istein (Klotzen), dans le calcaire compact coralligène à *Terebratula insignis*, assez peu fossilifère à ces niveaux. Les calcaires coralligènes, véritable récif corallien, forment ici des parois d'au moins 40 mètres de hauteur. Après avoir traversé le village d'Istein, on arrive au Hardberg, que contourne la route d'Efringen. Une première carrière située au bord de la route est ouverte dans les bancs du calcaire compact coralligène à *Terebratula insignis*, un peu plus loin, à 30 à 40 mètres au-dessus de la tuilerie qui se trouve au bord de la route d'Efringen, on rencontre l'intéressante carrière de Hardberg dont la coupe prise de haut en bas est la suivante :

Calcaire compact.	6 mètres environ.
(A) Calcaire compact à Nérinées (*Ptygmatis bruntrutana* Thurm.)	1m50 environ.

Calcaire compact.	0m60 »
(B) Banc de calcaire marneux à lamellibranches, *Pecten Buchi*, *Perna rhombus*, *Astarte* voisine de l'*A. supracorallina*, etc. . .	0m30 à 0m40 environ.
(C) Calcaire compact coralligène à *Terebratula insignis*, etc. . . . . (Partie inférieure du Hardberg jusqu'à la route, plusieurs carrières sont ouvertes dans ces calcaires le long de la route d'Efringen).	30 à 40 mètres environ.

Après avoir examiné ces différentes coupes, il nous reste à étudier la faune des trois niveaux que nous avons constaté, savoir :

(A) Calcaire compact à Nérinées (épaisseur 8m10 environ) en y comprenant les bancs inférieur et supérieur non fossilifères.
(B) Calcaire marneux à Lamellibranches (épaisseur 0m30 à 0m40).
(C) Calcaire corallien à Polypiers (épaisseur 30 à 40 mètres) comprenant la masse principale des calcaires coralligènes d'Istein.

(A). Faune du calcaire compact a Nérinées.

Ce calcaire compact, qui ressemble comme apparence au calcaire coralligène (C) contient de nombreuses Nérinées, généralement fort mal conservées, parmi lesquelles 6 exemplaires, et d'autres douteux, appartenant au *Ptygmatis bruntrutana* Thurm., sont les seules qui aient pu être déterminées avec certitude par M. P. de Loriol. A côté de *Ptygmatis bruntrutana*, espèce dominante, on rencontre encore d'autres Nérinées, notamment *Nerinea contorta* Buv ? déjà signalée à la gare de Kleinkembs, avec *Terebratula Bauhini* Etal., *Pecten Etalloni* P. de Loriol, *Zeilleria Huddlestoni* (Walher) Douvillé. Puis avec ces fossiles, quelques Polypiers et quelques Gastéropodes, Turbo ? etc. *Ptygmatis bruntrutana* Thurm. est signalé par Koby (1) comme existant dans le Rauracien supérieur de Ste-Ursanne, de Tariche, de la Caquerelle, de Blauen, etc. Greppin (2) le cite à peu près des mêmes localités (calcaire à Nérinées, Rauracien) dans l'Astartien de Montchaibeut, dans l'Epiastartien d'Ajoie.

(B). Faune du calcaire marneux a Lamellibranches.

D'après l'étude microscopique de ce calcaire qu'a bien voulu entreprendre mon ami et collaborateur le Dr Bleicher, la roche

(1) F. Koby. Étude stratigraphique des couches rauraciennes supérieures du Jura Bernois. *Mém. Soc. paléont. Suisse.* Vol. XIX, 1892, p. 389 et suivantes.

(2) J.-B. Greppin. Jura bernois et districts adjacents. *Matériaux pour la carte géol. de la Suisse.* VIIIe livr. Berne, 1870, p. 101.

marneuse du Hardberg est une bouillie calcaire remplie de débris de Polypiers, de Bivalves rares, à fragments anguleux et très petits. On y distingue aussi d'assez nombreux petits Spongiaires tubuleux et à diamètre étroit, dont un certain nombre du type rauracien, des nodules allongés contenant des Nérinées roulées, fragments de Polypiers, etc. Il ressort de cet examen microscopique que la roche marneuse du Hardberg provient de la destruction du récif coralligène avec déjà tendance à la production de Spongiaires tubuleux.

La faune du calcaire marneux à Lamellibranches déterminée par M. P. de Loriol contient les espèces suivantes que nous donnons accompagnées des observations de l'auteur :

Pycnodus spec ? voisin de *Pycnodus affinis* Ag.

Amm. (*Perisphinctes*) indéterminable.

Nerinea ? indét.

Alaria ? »

Pecten voisin de *P. Buchi* Roem. Ce Pecten est également voisin de *P. Etalloni* P. de Loriol, de *P. comatus* Munst., *P. virdanensis* Buv.

Perna ? cfr. *rhombus* Etallon.

Perna sp. voisine de *P. rhombus* Et.

Astarte cfr. *supracorallina* d'Orb.

Cette petite Astarte est certainement voisine de l'*A. supracorallina* mais elle me paraît avoir moins de côtes, du reste les exemplaires sont si mauvais qu'une détermination correcte est impossible. D'autres espèces, *A. sequana* Et. jeune, *A. multiformis* Roeder, *A. Clymene* P. de Loriol, etc., sont également voisines. Le fait que les valves de cette Astarte sont très isolées parle contre l'*A. supracorallina*, espèce sociale qui couvre ordinairement la roche.

Astarte cfr. *submultistriata* d'Orb.

Lucina sp. ?

Mytilus? indét.

Terebratula Bauhini Et. ?

Quinze échantillons, de taille moyenne, présentent beaucoup de rapports avec la *Terebratula Bauhini* Et., sans toutefois qu'il soit possible de les identifier absolument. Il faudrait des exemplaires mieux conservés pour pouvoir bien observer les différences qui existent; ainsi le deltidium est bien plus court; Haas (*Mém. Soc. pal. suisse*, pl. XXII) a figuré sous le nom de *Terebr.* cfr. *Bauhini* des exemplaires qui se rapprochent fortement de ceux-ci et proviennent précisément des calcaires coralligènes de l'Isteiner-Klotz.

Polypiers et Spongiaires tubuleux indéterminables.

Ainsi qu'on vient de le voir le plus grand nombre des fossiles qui composent la faune du calcaire marneux du Hardberg sont si imparfaitement conservés que leur détermination est impossible. Les deux espèces de Lamellibranches les plus communes sont *Perna rhombus* Et. et *Pecten* voisin de *P. Buchi* Roem. De ces deux espèces la première, d'après Greppin, se retrouve dans le Rauracien supérieur (calcaire à Nérinées) de Peut-Bie, de Tariche (1), la seconde dans le Séquanien de Montchaibeut (2).

Astarte cfr. *submultistriata* d'Orb. est indiquée par Greppin comme se trouvant dans l'Hypoastartien de l'Ajoie et de Blauen (3). Enfin, l'autre petite Astarte est voisine de l'*Astarte supracorallina* d'Orb., si commune et si typique dans l'Astartien, mais étant donné le mauvais état des exemplaires il est impossible de préciser, car il y a plusieurs espèces voisines. Le fait qu'elle se rencontre isolée et non en colonies nombreuses, est une raison de croire qu'il s'agit d'une autre espèce.

En résumé, faune contenant à la fois des espèces du Rauracien et de l'Astartien.

(C) Faune du calcaire coralligène (faciès corallien a Polypiers)

La faune du calcaire coralligène (4), déterminée par M. P. de Loriol, contient les espèces suivantes, dont voici la liste accompagnée des observations de l'auteur :

(1) Voy. : Greppin, ouv. cité p. 90.

(2) Id. id. p. 104. — D'après de Loriol, du Rauracien inférieur de la combe Chavatte et du Fringeli (*Mém. Soc. pal. Suisse*, t. XXI).

(3) Id., p. 103.

(4) Ces espèces ont été récoltées entre Kleinkembs et Istein, à différents niveaux, et principalement dans les niveaux riches en Polypiers. D'après l'étude microscopique entreprise sur ces calcaires par le Dr Bleicher, les Polypiers branchus dominent dans la roche compacte, tandis que certains niveaux minces de roche blanche, presque cristalline, sont pétris de débris de Spongiaires. Certains nodules siliceux qui se rencontrent vers la partie supérieure du calcaire coralligène sont remplis de Foraminifères de types variés : *Globigerina*, *Textularia*, etc. et de petits Spongiaires cylindriques. La fossilisation siliceuse a opéré par des sortes de sphérules qui remplissent la roche et les cavités des Foraminifères.

Il y avait donc à Istein un récif où dominaient les Polypiers branchus (*Stylosmilia Michelini*), etc., les Spongiaires calcaires du même type, et sa destruction, plus ou moins sur place, a formé une roche puissante, presque sans stratification, ici comme partout où ces sortes de formations se sont produites.

Cerithium rotundum Et.
Pleurotomaria ?
Trochotoma auris Zittel
Turbo ou *Delphinula* indét.
Turbo ursicinus P. de Loriol
Trochus dædalus d'Orb.
Delphinula funata Goldf. ?
Neritopsis decussata d'Orb.
Pecten sp. ?

Pecten subarticulatus d'Orb. Identique aux exemplaires du Rauracien supérieur du Jura bernois. La même espèce me paraît avoir été figurée de Kelheim sous le nom *Pecten* cfr. *vimineus* Sow.

Pecten Oppelli. Gemellan ? Ce petit Pecten ressemble entièrement à un exemplaire de Stramberg figuré par Boehm et rapporté par lui avec quelque doute au *Pecten Oppelli* Gemellan. Les deux exemplaires d'Istein étant décortiqués, on ne peut ni juger sûrement de l'ornementation ni apprécier exactement la forme des valves. La détermination ne peut donc être considérée que comme approximative.

Hinnites ? (jeune). Pourrait être un jeune de l'*Hinnites astartinus* Greppin.

Lima très voisine de *Lima perrigida* Et. Les deux échantillons sont trop imparfaits pour permettre une détermination correcte.

Ostrea sp.

Ostrea (*Alectryonia*) *hastellata* (Schl.) Quenstedt.

Lithodomus sp. indét.

Lithodomus cfr. *gradatus* Buv.

Lithodomus. Ce petit Lithodomus serait voisin de *Lithodomus subcylindricus* Buv. petits individus, mais pas assez bien conservés pour permettre une affirmation. Ce pourrait être une espèce nouvelle.

Diceras sp.

Astarte Studeriana (P. de Loriol) Boehm. D'après la description des moules donnée par Boehm les impressions musculaires ovales sont parfois striées comme c'est le cas pour un des exemplaires d'Istein.

Cardium ? Espèce intéressante, de grande taille, à côtes rayonnantes, qui me paraît être un Cardium. Cette espèce ne se trouve décrite nulle part ; il faudrait des exemplaires plus complets et permettant d'observer la charnière.

Rhynchonella sp.

Terebratula insignis Schubler. Bons types (7 échantillons) correspondant exactement à la figure de Zieten et à celle donnée par M. Schlosser d'un individu de Kelheim.

Terebratula maltonensis Oppel.

Terebratula Bauhini Et. Six exemplaires paraissent avec beaucoup de probabilité pouvoir être rapportés à cette espèce.

Terebratula sp.

Cidaris florigemma Phil.

Glypticus hieroglyphicus Agassiz.

Hemicidaris intermedia Forbes. Une radiole.

Apiocrinus polycyphus ? Merian. Fragments de tige appartenant très probablement à ce Crinoide.

Apiocrinus ou *Millericrinus* ?

Pentacrinus censoriensis P. de L. Fragments de tige pouvant être rapportés à ce Crinoide, voisin aussi de *Pentacrinus amblyscalaris* Thurm.

Montlivaultia truncata Defr.
Montlivaultia Greppini Koby.
Epismilia obesa Koby.
Dimorphastrea ? indét.
Dermosmilia rugosa Koby.
Stylosmilia Michelini Edw. et H.
Thecoseris plicata Koby.

Cette liste ne contient que des espèces rauraciennes au sujet desquelles M. P. de Loriol m'écrit ce qui suit :

« Dans les échantillons du facies corallien à Polypiers, j'ai reconnu quelques espèces du Rauracien supérieur, d'autres de Kelheim comme l'*Astarte Studeriana* et les grandes *Terebratula insignis* ; ce sont bien les *Tereb. insignis* de Nattheim. »

Parmi les espèces appartenant au Rauracien supérieur du Jura bernois, je citerai *Trochus dœdalus* d'Orb., *Cerithium rotundum* Et. Les Polypiers dont je dois la détermination à l'obligeance de M. Koby sont d'espèces rauraciennes ; quelques-uns d'entre eux appartiennent même au Rauracien supérieur. *Stylosmilia Michelini* Edw. et H. se trouve à la fois dans le Rauracien et dans l'Astartien (1). Ces Polypiers diffèrent des espèces astartiennes alsaciennes des environs de Raedersdorf et de Liebsdorf (massif de Ferrette) mentionnées par Koby (2).

CONCLUSIONS

En résumé, les calcaires coralligènes d'Istein contiennent :

1° Dans leur facies inférieur corallien à Polypiers (épaisseur 40 mètres environ), une faune composée d'un mélange d'espèces appartenant au Rauracien et au Rauracien supérieur.

(1) F. Koby. *Mém. Soc. pal. suisse.* Vol. XVI (1889). Tableau des Polypiers de la Suisse, p. 520-529.

(2) F. Koby. *Mém. Soc. pal. suisse.* Vol. XVI (1889), p. 510.

2° Dans leur facies supérieur, banc mince de calcaire marneux à Lamellibranches et calcaire à Nérinées (épaisseur 8m50 environ) une faune composée d'un mélange d'espèces appartenant au Rauracien supérieur et à l'Astartien. L'étude de ces calcaires est entièrement d'accord avec les assertions de MM. Munier-Chalmas et de Lapparent (1) que les étages rauracien et séquanien ont été établis plutôt sur des facies superposés que sur des données paléontologiques déduites de l'étude des Céphalopodes, et que ces deux termes présentent entre eux une telle affinité qu'on devra très probablement les réunir sous le même nom.

(1) Munier-Chalmas et de Lapparent. Note sur la nomenclature des terrains sédimentaires. *B. S. G. F.*, 3e Sér., T. XXI, 1893, p. 461.

PREMIÈRE NOTE
SUR LE DÉVELOPPEMENT ET LA MORPHOLOGIE
DE LA COQUILLE CHEZ LES LAMELLIBRANCHES

par **F. BERNARD** (1),

I. — Considérations générales

Dans les dernières années, les travaux des zoologistes Pelseneer, Ménégaux. Grobben, Jackson, etc., et des paléontologistes tels que Neumayr, Frech, Barrois, ont fait faire de grands progrès à nos connaissances sur les relations qui existent entre les divers types de Lamellibranches. Cependant, en comparant les solutions proposées pour la classification et la phylogénie de ces Mollusques, on constate des différences profondes qui ne peuvent être expliquées par des erreurs d'observation. Ce fait tient à l'homogénéité, bien souvent signalée, que présente cette classe, qui contraste d'une manière frappante avec la série si longue et si polymorphe des Gastéropodes. Il semble qu'il existe une indépendance dans les variations des organes, qui rende difficile l'établissement d'une classification naturelle. L'embryologie, encore très peu avancée, a donné entre les mains de Ziegler et de Jackson, des résultats intéressants qui permettent d'espérer que des études, dirigées dans cette voie, et appliquées surtout aux formes post embryonnaires, éclairciront le problème dans une certaine mesure, surtout si l'on compare les données qu'elle fournira avec celles de la Paléontologie et de la Morphologie. J'ai été précédé dans cette voie par M. Munier-Chalmas, qui a tout récemment communiqué quelques-uns des résultats obtenus; je suis heureux de constater que les observations que j'ai pu faire sur des types tout différents, concordent avec celles de mon savant maître.

Je m'occuperai dans ce premier travail du développement de la

(1) Note présentée à la séance du 4 mars 1895 ; manuscrit remis le 1er avril. Epreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 16 avril 1895.

coquille chez les Hétérodontes et les Desmodontes, réunis par les zoologistes dans le grand ordre des Eulamellibranches, très homogènes au point de vue anatomique, et considéré ordinairement comme le plus élevé de la classe. Je réserve pour un second mémoire quelques familles qui, malgré leur simplicité apparente, présentent une difficulté spéciale, Cardiidés, Donacidés, Tellinidés, et familles voisines, Térédidés, Pholadidés, Clavagellidés, ainsi que les formes paléozoïques et mésozoïques.

Le développement de la charnière, dans les types étudiés, m'a rapidement conduit à poursuivre une révision totale des charnières chez les adultes de tous les types que j'ai pu me procurer, et à établir les homologies des productions cardinales, homologies pouvant se traduire par des formules abbréviatives. Les matériaux employés pour cet usage ont été fournis par la collection malacologique du Muséum qui m'a fourni un nombre très considérable d'espèces actuelles et tertiaires. Je crois inutile de donner pour chaque genre la liste de ces espèces, et je signalerai seulement celles qui présentent quelque chose de particulier. Cette étude devra être complétée par l'examen des formes mésozoïques et paléozoïques, pour lesquelles je me propose de faire appel à la bienveillance des professeurs qui disposent de riches collections paléontologiques.

Pour l'étude embryogénique, j'ai étudié de petites coquilles provenant pour la plupart, pour les formes actuelles, des sables de St-Vaast-la-Hougue, du cap Horn ; pour les formes tertiaires, des faluns de Dax et des sables du Lutétien de Chaumont et d'autres localités. Les provenances différentes seront indiquées dans chaque cas. Une telle méthode de recherche présente des inconvénients, dont le plus grave est la difficulté de la détermination. Les coquilles très jeunes sont parfois si semblables entre elles qu'il est impossible de prévoir avec certitude ce qu'elles deviendront ; aussi ai-je dû faire le sacrifice d'une bonne part des matériaux obtenus après un triage pénible. Je laisserai de côté, dans ce premier travail, sauf dans quelques cas où la détermination est certaine, les stades les plus anciens du développement, me proposant d'y revenir avec d'autres matériaux. Les stades les plus avancés suffisent la plupart du temps pour établir les homologies avec une grande précision.

M. Munier-Chalmas s'est occupé longtemps de la même question, et dans une communication à la Société de Géologie, le 18 février 1895, il a fait connaître quelques résultats, dont les plus

importants concernent le développement de *Cyrena antiqua*. Ces résultats ont été depuis consignés dans une note tirée à part. J'ai été heureux de pouvoir indiquer dans cette séance que les résultats que j'avais obtenus moi-même, d'une manière indépendante et avec des matériaux tout différents, étaient en parfaite concordance, pour le fond, avec ceux de mon excellent maître. Dans la note en question, M. Munier propose une notation fondée sur la position des dents chez l'adulte ; dans une note préliminaire présentée à la Réunion des Naturalistes du Muséum du 28 février 1895, j'en ai employé une autre qui met en lumière le mode de développement. Je me ralie à une notation mixte proposée par M. Munier-Chalmas, qui s'appuie à la fois sur ces deux ordres de caractères, et qu'on trouvera plus loin.

J'emploierai les dénominations les plus usuelles : les côtés *antérieur* et *postérieur* sont définis respectivement par la bouche et l'anus ; le bord *dorsal* ou *supérieur* par le sommet, le bord *ventral* ou *inférieur* est à l'opposé. Le plateau cardinal a un bord dorsal par où il s'attache à la valve proprement dite, et un bord ventral libre. Enfin le sens *transversal* est perpendiculaire au plan de séparation des valves, plan médian de l'animal.

Pour l'orientation des figures, comme les avis sont partagés entre les malacologistes, je choisis le mode que je conserverai dans les études anatomiques, le diamètre antéro-postérieur horizontal. Le côté postérieur est alors à gauche dans les valves gauches et à droite dans les valves droites. Dans toutes les figures, la valve gauche est figurée à gauche, la valve droite à droite.

Les dimensions sont toujours indiquées suivant le diamètre antéro-postérieur maximum.

Premiers stades du développement

Je laisse complètement de côté la première phase, celle de la première coquille embryonnaire décrite par Jackson sous le nom de *prodissoconque* dans un grand nombre de types, et par M. Munier-Chalmas sous le nom de *protodiostracum* chez *Cyrena antiqua*, *Ostrea*, etc.

Aux premiers stades de développement de la coquille définitive (*dissoconque* ou *deutodiostracum*) deux cas sont à considérer.

Premier type embryonnaire. — Ce type a été décrit par M. Munier-Chalmas chez *Cyrena antiqua*. Je l'ai observé chez *Lucina néglecta*, *Lutetia* sp., *Cytherea Deshayesiana* du miocène de Dax, chez *Tapes*

decussata (actuel) et dans un assez grand nombre de formes différentes qu'il m'a été impossible de déterminer (fig. 21, 1, page 139).

La ligne cardinale est déjà courbée, et les crochets un peu indiqués. Le ligament est logé dans une fossette triangulaire obliquement dirigée en arrière, partant du sommet. Le plateau cardinal est encore très peu développé. Il s'y forme, à chaque valve, de chaque côté du ligament, des bourrelets faiblement saillants, qui alternent d'une valve à l'autre, et que nous pouvons appeler *lamelle primitive*; ils apparaissent d'abord du côté antérieur. A la valve gauche, existe une seule de ces lamelles, séparée par un sillon du bord de la coquille qui est tranchant. A l'autre valve existent deux lamelles; l'une, dorsale, n'est que le bord épaissi de la coquille et vient se loger dans le sillon indiqué à la valve gauche ; le sillon qui les sépare reçoit le bourrelet de la valve gauche. Les lames antérieures, les premières formées, donneront naissance aux dents latérales antérieures et aux dents cardinales. On peut les appeler lames latéro-cardinales. Les lames postérieures, dans toutes les Eulamellibranches ne donneront que les dents cardinales postérieures (fig. 4, 12, etc).

Sur une coupe transversale intéressant les deux valves on trouvera donc de chaque côté 3 lamelles, que nous pouvons numéroter, en commençant par le bord ventral, I, II, III : , I et III appartenant à la valve droite, II à la valve gauche. Très fréquemment, dans la suite du développement, le bord cardinal de la valve gauche, d'abord tranchant, pourra s'épaissir en un bourrelet, qui formera une nouvelle lamelle dorsale IV, et par suite à la valve droite, la lame III s'écartera du bord de la coquille dont elle sera séparée par un sillon.

Deuxième type embryonnaire (fig. 1). — J'ai observé une deuxième forme de coquille embryonnaire seulement dans deux types, *Lasœa rubra* (Erycinidé), et *Modiolarca fuegiensis* (Cypricardiidé), toutes deux du Cap Horn. Dans le second cas, les embryons se trouvaient en très grand nombre dans les coquilles rapportées dans l'alcool par l'expédition du Cap Horn ; dans le premier, les matériaux ont été trouvés dans des sables d'une autre localité, mais l'abondance des matériaux m'a permis de suivre le développement jusqu'à l'adulte. Dans ces deux cas, la dissoconque embryonnaire est allongée, avec une charnière rectiligne, sans sommets saillants. Le plateau cardinal, peu développé, porte encore un ligament interne, obliquement dirigé en arrière, un peu rapproché du bord postérieur. Assez loin de ce ligament chaque valve présente un léger tubercule de chaque côté, au lieu des lames allongées du cas précédent ; ceux

de la valve gauche sont du côté dorsal par rapport à ceux de la valve droite. Plus tard à cette dernière apparaissent deux nouveaux tubercules situés plus près du ligament et du bord dorsal ; il est clair que ces petites dents saillantes représentent les lames primi-

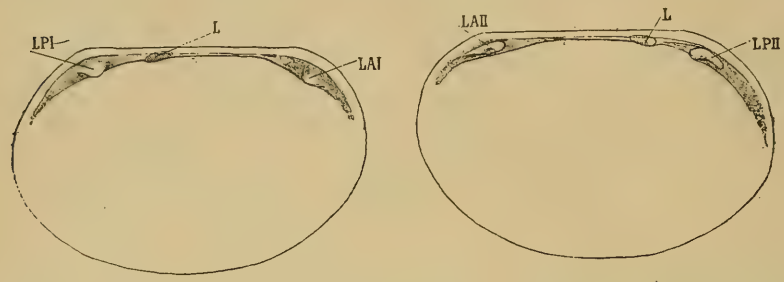


Fig. 1. — *Modiolarca fuegensis* (actuel. Cap Horn). — Dissoconque embryonnaire, encore contenue entre les valves de la mère (0,55 mill.).

tives du cas ordinaire,et qu'on peut les numéroter I et III pour la valve droite et II pour la valve gauche. Ce cas ne diffère donc pas typiquement du précédent. Nous verrons plus tard le développement ultérieur de ces deux formes.

Développement du ligament

Le développement du ligament a été suivi par M. Munier-Chalmas chez *Pectunculus*, *Ostrea*, *Cyrena*, *Crassatella*, et d'autres types encore. J'ai pu moi-même chez *Nucula*, *Pectunculus*, *Arca*, *Mytilus*, *Modiola*, *Modiolarca*, *Lasæa*, *Lucina*, *Crassatella*, *Cytherea*, *Venus*, *Mactra*, *Donax*, me convaincre que le ligament au début est toujours interne, logé dans une fossette triangulaire dirigée obliquement en arrière. On voit que ce fait important s'applique non-seulement aux Hétérodontes, mais aussi à ceux des Taxodontes et Anisomyaires dont le ligament est le plus franchement externe à l'état adulte. Il résulte de là qu'il n'est pas légitime de considérer, comme l'a fait Neumayr dans un très intéressant travail publié après sa mort par le professeur Suess (1), le cas du ligament externe comme phylogénétiquement antérieur à l'autre. Les points de phylogénie établis par le regretté paléontologiste sur ce principe, reposent sur un fondement inexact. Il n'est pas impossible cependant que quelques formes à ligament interne ne dérivent des autres

(1) Neumayr, *Denk. d. Kais. Akad. d. Wissensch.* Wien, 1891.

par une sorte d'arrêt de développement, ou mieux, comme nous allons le voir, par un changement dans les directions de croissance, mais cela est encore bien difficile à démontrer actuellement, sauf dans quelques cas (*Donax*).

On sait que le ligament croît en longueur par son extrémité la plus éloignée du sommet, et que les parties anciennement formées ne se détruisent pas. On peut appeler *glande ligamentaire* la surface de la crête palléale dorsale chargée de la sécrétion du ligament. La disposition de ce dernier tient tout d'abord à la valeur de l'accroissement intercalaire de la crête palléale comprise entre le sommet et la glande ligamentaire. Si l'accroissement tangentiel est faible et l'accroissement dorso-ventral seulement égal à lui, le ligament reste interne, incliné plus ou moins en arrière (*Crassatella*); si l'accroissement dorso-ventral l'emporte, il se forme un cuilleron saillant du côté ventral (*Myidés*, *Anatinidés*). Si l'accroissement tangentiel est très grand, le ligament prend une position très oblique en arrière, c'est le cas le plus général. On observe alors tous les passages entre le cas du ligament interne (*Lucinopsis*) et celui du ligament externe (*Cyrenidés*, *Veneridés*, etc.). Le ligament est externe s'il se développe un nouveau repli calcigène du manteau, dans le plan médian, entre la glande ligamentaire et le sommet. Ce repli sécrétant du calcaire sur ses deux faces, détermine la formation des *Nymphes ligamentaires*, séparant l'une de l'autre les deux moitiés symétriques du ligament à son bord dorsal ; la continuité du ligament s'établit par une sorte de pont au-dessus de ces lames, et, sur les côtés, le ligament est enchâssé dans un *sillon ligamentaire*. Mais d'autre part, la portion sécrétrice du ligament étant constituée par la même crête saillante du manteau qui sécrète la nymphe, ne peut exister qu'en arrière de celle-ci, et le ligament aura *toujours* une portion terminale, *interne*, logée dans une fossette que nous appellerons *fossette ligamentaire secondaire*. C'est par là que s'accroît le ligament externe en glissant pour ainsi dire sur le bord de la coquille d'avant en arrière, suivi dans son accroissement par la nymphe ligamentaire. On peut se convaincre de ces faits presque évidents par l'examen des stries d'accroissement d'une coquille quelconque et par la dissection du manteau. J'ai d'ailleurs observé directement l'apparition des nymphes ligamentaires dans plusieurs cas (*Lucina*, *Cytherea*, *Donax*).

L'importante de cette fossette ligamentaire secondaire me paraît avoir été méconnue. Elle peut être considérée, morphologiquement, comme la continuation de la fossette primaire ; elle est très rare-

ment (Unionidés, Tridacnidés) franchie par les lames postérieures, et alors cela n'a lieu que par suite de la position du ligament tout à fait en dehors du plateau cardinal. Elle est un point de repère excellent pour la détermination des productions antérieures et des productions postérieures de la charnière.

Il y a donc toutes les transitions entre le cas du ligament intérieur et celui du ligament externe (*Lucinidés*) : cela tient uniquement au développement poussé plus ou moins loin de la crête palléale qui sécrète les nymphes, celles-ci peuvent même s'établir tardivement au travers du ligament (*Mactra*) et il y a alors deux ligaments simultanés. Les cas particuliers les plus intéressants (*Rangia*, *Isocardia*, *Mésodesmatidés*) seront examinés plus loin.

Influence de la disposition du ligament sur la rotation des crochets et l'accroissement de la coquille

Nous avons vu que le ligament au début est situé dans une fossette oblique, dirigée en arrière du sommet et que le ligament s'accroît toujours par sa portion interne, que nous appelons la *fossette secondaire* (fig. 2, *f*). Quelle que soit la position du ligament, la zone calcigène qui sécrète le tour même de la valve, indépendamment du plateau cardinal, est interrompue par la glande ligamentaire. On peut s'en convaincre en examinant une coquille à ligament externe (Cytherée, Cyprine, etc.), par la face dorsale ; on voit les stries d'accroissement du côté postérieur couper, très obliquement il est vrai, le sillon ligamentaire L, s'interrompre par conséquent et ne pas aller jusqu'au sommet ; du côté antérieur au contraire les stries s'infléchissent et concourent toutes au sommet.

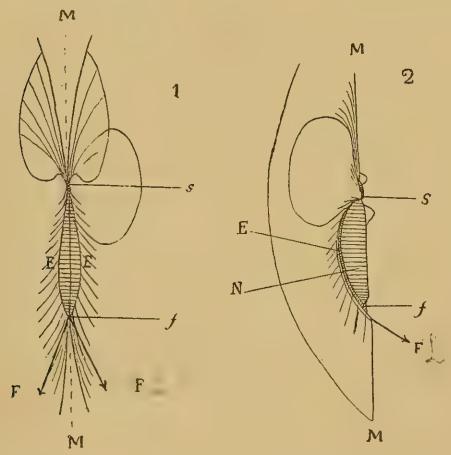


Fig. 2. — Relations entre la croisssance du ligament et la rotation des crochets. 1, *Cytherea Chione* ; 2, *Donax*, vus par le côté dorsal. *s*, sommet ; *f*, place de la fossette ligamentaire secondaire ; N, nymphe ligamentaire recouverte par le ligament ; L, sillon ligamentaire ; E, direction suivant laquelle se prolongera le bord extérieur du ligament ; MM, plan médian.

Le ligament s'accroît donc surtout dans le sens tangentiel *sf* et, en première approximation, on peut considérer cette ligne comme le lieu des points où l'accroissement radial de la coquille est nul. Les choses se passent donc comme si, pour s'accroître, les deux valves s'écartaient progressivement l'une de l'autre en tournant autour du ligament comme charnière, les apports successifs de calcaire tendant à remplir l'espace laissé vide entre les deux valves. Or, comme au voisinage du sommet l'accroissement est nul en arrière et augmente assez rapidement en avant, les crochets paraissent s'enrouler de plus en plus du côté postérieur. Pour s'en convaincre, il suffit d'observer une coquille à ligament externe et de l'ouvrir autour de son ligament comme charnière. Par suite, dans tous les cas où le ligament est externe, les crochets sont forcément enroulés du côté opposé au ligament.

En réalité, dans les exemples mêmes que nous avons considérés, les choses ne se passent pas tout à fait aussi simplement. Lorsque la glande ligamentaire se déplace dans le sens tangentiel, elle viendra s'établir sur une portion de la coquille qui s'est accrue déjà dans le sens radial, parce que la zone calcigène du manteau reparaît immédiatement en arrière de la glande ligamentaire et le bord de la coquille s'accroît aussitôt après la fossette *f* (fig. 2, A). Donc cette fossette se déplacera non pas suivant la ligne S*f*M de séparation des valves, mais suivant une oblique *f*F ; le ligament s'accroît donc faiblement dans le sens radial et le lieu des points tels que *f* sera une courbe SEF. La coquille en s'accroissant s'ouvre donc ainsi un peu, même suivant son ligament ; l'effet produit est inverse du précédent, ce qui diminue d'autant l'enroulement apparent des crochets.

Il sera facile, dans chaque cas particulier, de tenir compte de ces deux facteurs inverses. Plus le ligament s'étendra loin en arrière du sommet, et plus la coquille aura une tendance à s'ouvrir du côté antérieur, et plus les crochets tourneront en avant. Mais d'autre part, plus l'accroissement radial sera rapide en arrière du ligament et plus les crochets auront une tendance à rester perpendiculaires au plan médian.

C'est ainsi que chez les Tellines les crochets sont très peu enroulés parce que le ligament est très large quoique très allongé en même temps. Au contraire, chez les Cypricardes, où le ligament est très court, les crochets sont très enroulés parce que, en arrière, l'accroissement tangentiel l'emporte de beaucoup sur l'accroissement radial ; les stries d'accroissement sont très serrées sur tout le bord dorsal postérieur et la coquille s'allonge en arrière.

Nous passons ainsi aux formes à crochets fortement spiraux comme *Chama* et *Isocardia* (fig 3). Dans ce cas l'on peut voir que les stries d'accroissement, du côté postérieur, forment avec le sillon ligamentaire un angle extrêmement aigu ; l'accroissement transversal du ligament est donc très faible par rapport à son accroissesement tangentiel. C'est le contraire qui arrive du côté antérieur, où les stries s'écartent plus rapidement l'une de l'autre. Il en résulte d'abord que les crochets tournent rapidement, et que le ligament lui-même prend une disposition spirale. Mais, par suite, une faible partie seulement du ligament reste active, car le côté antérieur déborde progressivement sur le côté postérieur en x, comme si le bord de la coquille dans son ensemble tournait autour d'un axe transversal, d'avant en arrière.

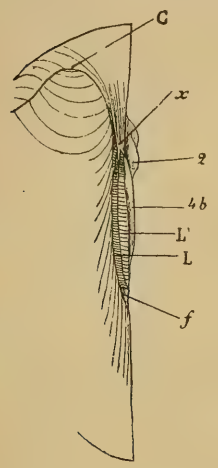


Fig. 3. — Charnière de la valve gauche d'*Isocardia cor*, vue par la face dorsale. Le sommet est caché sous le crochet C. 2, *4b*, dents cardinales; L, sillon ligamentaire; L', nymphe ligamentaire ; *f*, fossette secondaire ; *x*, partie du bord de la coquille nouvellement accrue, et recouvrant en partie les portions anciennement formées du ligament.

Ligament interne. — Nous avons vu qu'il n'y avait pas de différence fondamentale entre les cas où le ligament est externe, et celui où il est interne. Les considérations précédentes s'appliquent évidemment à tous les cas où le ligament occupe une place étendue en arrière du sommet, c'est-à-dire quand son accroissement transversal l'emporte sur son accroissement tangentiel.

Examinons maintenant ce qui se passe quand le ligament est, non plus marginal, mais tout à fait interne. Dans ce cas, il est ordinairement dirigé obliquement d'avant en arrière (*Mya*, *Corbula*, etc.). Ordinairement la zone calcigène n'est plus interrompue qu'en face du sommet, et les stries d'accroissement viennent toutes converger en ce point ; mais l'accroissement transversal étant encore plus rapide du côté antérieur, les crochets tournent encore de ce côté. Les Mactridés, où existe un court ligament externe, font à cet égard la transition.

La zone calcigène peut alors réapparaître même en face du sommet, et recouvrir les portions anciennes du ligament, qui est alors lassé dans un tunnel (*Rangia*). Alors les sommets sont éloignés du bord cardinal, et l'accroissement transversal se fait sur tout le

pourtour, mais avec une plus faible intensité, en face du ligament, et les crochets sont toujours prosogyres.

Dans tout ce qui précède, il ne faut pas perdre de vue que l'enroulement des crochets se ralentit de plus en plus à mesure que l'animal grandit, l'accroissement tangentiel du ligament étant en partie compensé en épaisseur. L'enroulement des parties jeunes observées au sommet de la coquille est en relation, non pas avec la disposition du ligament chez l'adulte, mais avec sa disposition à l'âge correspondant ; si celle-ci se modifie, la forme géométrique de la croissance se modifie aussi. Cela est indispensable à noter pour expliquer les cas qui suivent et qui sont en contradiction apparente avec les règles qui précèdent.

Crochets opisthogyres. — On sait que les *Donax* sont opisthogyres. Cependant la portion essentielle externe du ligament est en arrière du crochet. La portion interne située sous le crochet et un peu en avant, manque souvent et est peu développée. Comme elle est située en avant du sommet, on pourrait être tenté de la considérer comme développée avant l'autre, et avortée dans certains cas (1). Mais, au contraire, on peut observer qu'elle s'est développée par une sorte de débordement en avant du ligament externe qui vient s'établir sur des dents déjà développées. Le développement que nous avons indiqué plus haut nous permet de trancher la difficulté. Au début, la fossette primitive située comme d'habitude en arrière des premières dents, est notablement en avant du sommet qui, par suite, s'enroule en arrière. Peu à peu cependant les dents et la fossette occupent leur place habituelle, et le ligament est refoulé au dehors par une forte nymphe. Il semblerait alors que l'enroulement doive changer de sens, et il est manifeste en effet dans beaucoup de cas qu'il s'atténue notablement. Mais en observant les stries d'accroissement postérieur, on voit qu'elles coupent le sillon ligamentaire sous un angle bien moins aigu que d'ordinaire ; et le sillon ligamentaire est très arqué, l'accroissement transversal de ce côté est plus rapide que celui du côté antérieur et le crochet reste oposthogyre.

Les Mésodesmatidés qui sont aussi opisthogyres et dont le ligament est interne ne présentent pas ce même phénomène : chez eux le ligament est nettement dirigé en avant.

Conclusion. — De tout ce qui précède il résulte que l'enroulement des crochets est lié uniquement à la direction de croissance du

(1) Nous étudierons le développement des *Donax* dans une seconde note.

ligament : suivant que la partie active, ou bien la plus active, du ligament est en arrière, au milieu ou en avant du sommet, les crochets seront prosogyres, médians ou oposthogyres. Quoique je n'aie pas l'intention de traiter ici des Taxodontes et des Anisomyaires, je puis dire que les mêmes lois y trouvent leur application.

Il n'y a donc pas lieu de chercher des différences fondamentales entre les formes prosogyres et les formes opisthogyres, ni de chercher à reconnaître si ces dernières sont *inverses* des précédentes (au sens où l'on entend ce mot chez les Chamacées) et toutes s'orientent de la même façon. Si ces caractères sont commodes à apprécier et peuvent servir à la définition des genres, ils ne peuvent servir à la délimitation des coupures importantes.

Développement des dents cardinales

On peut dire que le développement des dents cardinales se produit toujours suivant un type schématique unique pour tous les Eulamellibranches, les différences chez l'adulte proviennent soit de l'arrêt plus ou moins rapide du processus, soit d'inégalités dans les directions d'accroissement. Nous étudierons d'abord le cas que nous considérons comme le plus simple, celui des formes qui ont deux dents cardinales à chaque valve chez l'adulte.

1er cas. — *Types des Lucines* (fig. 4). Développement suivi chez *Lucina neglecta* (Miocène de Dax), *Astarte compressa* (Hammerfest), *Cardita imbricataria* (Lutétien, Montmirail, Chaumont).

Valve droite. — (Stade A). L'extrémité postérieure de la lame dorsale antérieure III se renfle en une sorte de bouton saillant (3). Peu à peu ce renflement s'accroît du côté ventral, et forme une lamelle oblique, parallèle au bord de la fossette ligamentaire (B, *3b*); c'est le rudiment de la dent cardinale postérieure : on doit la considérer comme un prolongement coudé de la lamelle primitive. Celle-ci, quelque temps après (C, D), s'écarte du bord cardinal dans la région qui est immédiatement en avant du sommet, et délimite ainsi un sillon où pourra venir se loger la lamelle IV de l'autre valve si elle se différencie. Cette portion plissée (*3a*) se séparera bientôt de la partie postérieure de la lame, et deviendra la dent cardinale antérieure. La lame, qui ne se développe pas en arrière, deviendra la dent latérale antérieure (*LA I*). Du côté postérieur au ligament, il ne se passe rien de particulier, et les dents latérales postérieures ne sont autre chose que les lamelles primitives (*LP I*).

Valve gauche. — Pendant ce temps, à la valve gauche, au bord

cardinal antérieur, qu'il soit ou non épaissi, apparaît tout près du sommet un petit mamelon qui s'accroît de haut en bas, en suivant *de très près* le bord de la fossette (D, *4b*) : c'est la dent cardinale antérieure. On doit la considérer comme un repli de la lame IV, cette lame pouvant d'ailleurs fort bien ne se développer que suivant cette dent. La lame II, ventrale, envoie un prolongement 2 qui s'accroît de haut en bas, en se dirigeant vers le sommet. C'est le rudiment de la dent

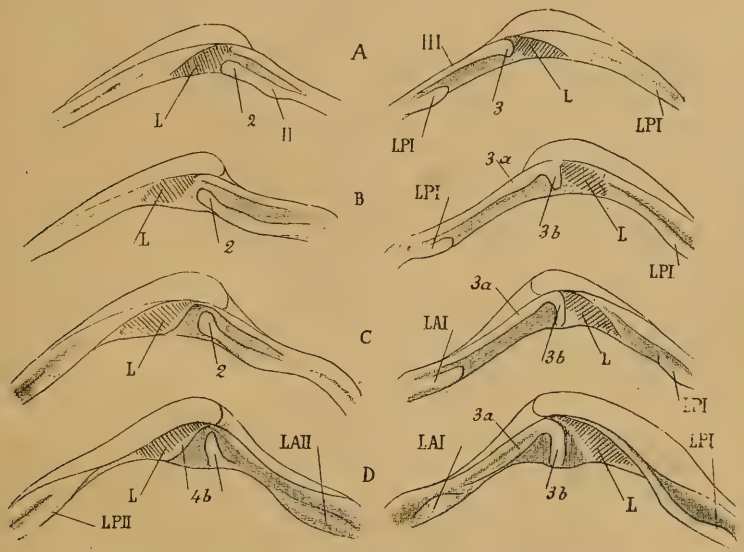


Fig. 4. — Développement de *Lucina neglecta* (Miocène de Dax). A gauche, valves gauches ; à droite, valves droites. A, stade de 0,4 mill. ; B, 0,6 mill. ; C, 0,8 mill.; D, 1,2 mill. Pour l'explication des lettres, qui seront constamment employées dans ce travail, voir le paragraphe suivant. (A gauche des valves gauches pour A et *L*, lire *LA I* au lieu de *LP I*.

cardinale antérieure qui se détachera de la portion postérieure de la lamelle ; cette dernière portion deviendra la dent latérale antérieure. (Il est tout à fait évident que chacune des valves présente à chaque instant en creux la même conformation que l'autre en relief).

2e *cas de développement. — Type Cyrène.* — Ce développement a été suivi par M. Munier-Chalmas chez *Cyrena antiqua.* Les Cyrènes présentent un intérêt spécial, parce que ce sont les seules formes où toutes les productions *normales*, cardinales ou latérales sont bien développées. J'ai suivi moi-même le développement chez plusieurs types de Vénéridés (*Cytherea Deshayesiana* Bast. et *C. ericynoides*, *Venus ornata* et *V. Basteroti* de Dax, *Tapes decussata* (actuel). Dans une foule de formes on peut retrouver, même très tard, des

dispositions indiquant que le développement s'est fait suivant le même type, et permettant la comparaison morphologique (fig. 5).

La charnière passe d'abord par une phase identique à celle qui est indiquée dans le type Lucine, les dents mentionnées apparaissant les premières. Mais bientôt, à la valve gauche, la dent cardinale antérieure, ascendante (2), devient bifide, et s'échancre de plus en plus ; sa moitié postérieure *2b* s'accroît en descendant, et forme avec la

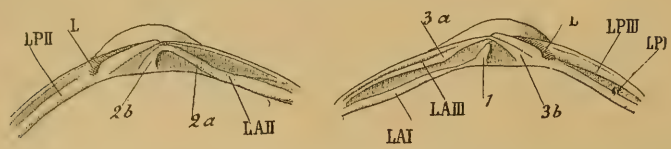


Fig. 5. — *Cyrena Gravesii* Suessonien, 1 5 mill. Le ligament est déjà externe et bordé par une nymphe.

moitié antérieure un V assez aigu. Entre les branches de ce V vient s'engager une nouvelle dent de la valve droite apparue comme un repli ascendant de la lame ventrale I, situé entre les deux dents d'origine dorsale. Ces deux productions nouvelles deviennent respectivement, à chacune des valves, la dent cardinale médiane.

Notations employées

Nous nous sommes arrêtés, M. Munier-Chalmas et moi, à une notation indiquant pour chaque dent à la fois son origine et sa position. Dans la grande majorité des cas, on doit considérer les dents comme provenant ainsi de deux paires de lamelles à chaque valve. Chacune portera un numéro en chiffre arabe correspondant à celui de la lamelle qu'elle provient. Si une lamelle donne deux dents cardinales, elles seront distinguées par les lettres *a* et *b*, *a* étant la dent antérieure et *b* la dent postérieure. S'il y a lieu de dénommer des fossettes, elles prendront la désignation *accentuée* de la dent qui s'y engage. Les dents latérales seront désignées par LA et LP suivi d'un chiffre romain ; les dents cardinales par CA : M. Munier-Chalmas fait observer à cet égard qu'il ne faut pas préjuger du cas où les lames postérieures pourraient aussi donner des dents cardinales qui seraient alors désignées par CP. Toutefois, pour tous les groupes étudiés dans le présent mémoire, comme il n'y a jamais de cardinales postérieures, je crois possible de supprimer provisoirement pour simplifier la notation les lettres CA. Enfin, si une dent avorte, M. Munier-Chalmas l'indique

par le signe 0, accompagné d'un indice indiquant quelle est la dent qui avorte (0^{2b}). Il est facile de se rappeler que le numérotage part toujours du centre et que la dent 1 est la *dent cardinale médiane droite*. Voici d'ailleurs la synonymie de ces notations avec les dénominations usuelles prises dans les cas, assez rares d'ailleurs, ou il ne peut exister de confusion (Lucines, Cyrènes, Vénéridés).

Valve droite	CA 1	Dent cardinale médiane.
	— 3*a*	— — antérieure.
	— 2*b*	— — postérieure.
	LA I	Dent latérale antérieure ventrale.
	— III	— — — dorsale.
	LP I	Dent latérale postérieure ventrale.
	— III	— — — dorsale.
Valve gauche	CA 2*a*	Dent cardinale antérieure.
	— 2*b*	— — médiane.
	— 4*b*	— — postérieure.
	LA II	Dent latérale antérieure.
	LA II	— — postérieure.

Remarque. — Les nombres impairs se rapportent tous à la valve droite, les nombres pairs à la valve gauche. Quand deux dents sont soudées on pourra les réunir par le signe ⌒.

Développement ultérieur

Dans la plupart des cas, la complication ne dépasse pas le degré où elle est arrivée chez les Cyrènes : les dents cardinales s'étirent de plus en plus dans le sens dorso-ventral et viennent se rejoindre au sommet, si bien que chez l'adulte il sera quelquefois impossible de distinguer leur origine dorsale ou ventrale. Mais souvent aussi les dents provenant d'une même lame restent en continuité (par exemple 2a et 2b, 3a et 3b), et leur communauté d'origine est manifeste. La division peut même ne pas se faire et on désignera la lame simplement par *2* ou par *3*.

D'autre part, la charnière peut se compliquer encore par addition de dents nouvelles qui apparaissent tôt ou tard, et restent moins développées que les dents habituelles. Ces productions se manifestent toujours *du côté dorsal* : c'est d'abord à gauche une lame postérieure dorsale (*LP IV*) qui existe chez les Unionidés, très développée, et qui est rudimentaire chez certaines Astartes. Puis, à la même valve, un épaississement du bord cardinal antérieur, visible aussi chez quelques Astartes, et qui sera noté *4a*. A la

valve droite, d'autres productions cardinales pourront se produire aussi au-dessus de la lame *III* et proviendront d'une lame *V* (voir Cyprinidés, Astartidés et surtout *Vénéridés*. On les numérotera naturellement *5a* et *5b* ; enfin il peut même y avoir une 6e lame à la valve droite. Il est clair que la notation se prête à un nombre quelconque de lames ; ces dernières apparaissent donc, du côté antérieur, comme des sortes d'arcs de cercle concentriques autour de la dent *1* (fig. 6). En général, la considération de 4 lames suffit pour expliquer la constitution de la charnière. Dans tous les types étudiés dans le présent mémoire, les lames V et VI se développent tardive-

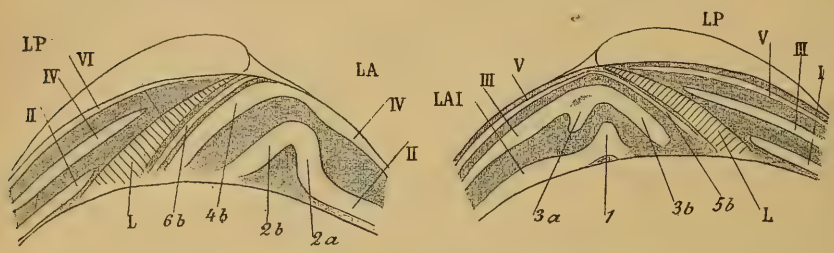


Fig. 6. — Schéma indiquant la disposition théorique des dents de la charnière, dans le cas de 6 lamelles, en supposant les lames encore indivises.

ment et leur présence n'est pas constante dans le même genre, et parfois même dans la même espèce (Cyprinidés, Vénéridés, Astartidés, etc.) (1).

Nous pouvons donc employer des formules indiquant à la fois la position et l'espèce des dents d'une charnière. |L| désignera la position de la fossette interne du ligament, qu'elle soit primitive ou secondaire ; elle délimitera le côté antérieur du côté postérieur. Si le ligament recouvre une dent ou bien est débordé par elle (*Corbulidés* ou *Mactridés*) on mettra L en numérateur ou en dénominateur . Si une dent manque, on pourra la remplacer par O toutes les fois qu'on voudra mettre en évidence son avortement ; si elle a seulement une tendance à s'effacer dans certains types de mêmes groupes on pourra la mettre entre parenthèse.

La formule des Cyrènes sera donc la suivante :

Valve droite	*LA* I : III	*CA* 3a : 1 : 3b :	L	*LP* I : III
Valve gauche	*LA* II	*CA* 2a : 2b : 4b	L	*LP* II

(1) C'est pour cette raison que j'ai modifié, suivant l'avis de M. Munier-Chalmas, la notation que j'ai donnée dans une note préliminaire, où je numérotais les lames à partir du bord dorsal.

Celles des Lucines sera :

V. Dr.	*LA* I : III	*CA* 3a : O^1 : 3b :	L	*LP* I : III
V. G.	*LA* II	*CA* 2a : O^{2b} : 4b	L	*LP* II

Que l'on peut abréger ainsi :

V. Dr.	*LA* I : III	3a : 3b :	L	*LP* I : III
V. G.	*LA* II	2a : 4b	L	*LP* II

II. — Étude spéciale des principaux types

Les variations qu'on observe dans les charnières des Eulamellibranches par rapport aux deux types considérés plus haut, sont dues aux causes suivantes :

1° Avortement plus ou moins complet de certaines dents, ou manque de différenciation.

2° Apparition de dents supplémentaires.

3° Déplacement du ligament pendant sa croissance ; son empiètement sur les régions occupées morphologiquement par des dents.

J'étudierai successivement les familles où la dent centrale 1 ne se développe pas (types à 2 dents cardinales), puis celles où cette dent se développe (types à 3 dents cardinales) en commençant chaque fois par les formes à ligament externe. Il va sans dire qu'il ne faut voir dans ce groupement qu'un procédé d'exposition et nullement une tentative de classification. Il n'y est provisoirement en effet tenu aucun compte des caractères anatomiques, ni de l'existence ou de l'absence d'un sinus palléal.

A. — Formes où la dent 1 ne se développe pas (2 dents cardinales)

Astartidés. — *G. Astarte. Développement d'Astarte compressa* (Hammerfest). — Les figures 7, relatives aux plus jeunes individus observés montrent, à la valve droite, l'origine dorsale des dents cardinales, en continuité avec *LA III*, et à la valve gauche, l'origine ventrale de la dent cardinale antérieure 2. On voit que la lame ventrale I ne se développe que dans la région antérieure ; quant aux lames postérieures, il y en a deux à la valve gauche, et une seule à la valve droite, contrairement à ce qui a lieu habituellement. On les numérotera par suite *LP II, III et IV* ; *LP I* n'apparaît pas dans ce type.

Morphologie. — Le genre *Astarte* présente de grandes variations. Les unes proviennent d'un léger arrêt de développement, avant

que les dents cardinales soient tout à fait individualisées. Ainsi *LA II* et *2* restent en continuité, quoique cependant distinctes, chez *A. Reimersi* Semp. et *A. sulcata*. Chez *A. compressa*, *2a* n'arrive pas jusqu'au sommet du plateau cardinal. A la valve droite, *3a* est généralement réduit à un bourrelet peu marqué, le long du bord cardinal (*A. arctica*, *A. Omalii* ainsi que *LA III* qui peut même disparaître.

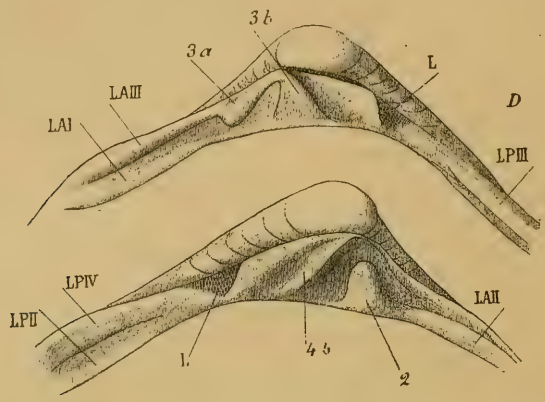


Fig. 7. — *Astarte compressa* (actuel) Hammerfest. (0,8 mill.).

D'autres variations sont déterminées par l'apparition de dents supplémentaires. Il existe souvent à droite, sur la nymphe ligamentaire, une faible crête, représentant la dent *5b*, qui avorte d'ordinaire à cette place (*A. compressa*, *A. perplana*); mais cette dent devient aussi forte que *3b*, dans *A. arctica*. De même, à la valve gauche on voit souvent se constituer une lame dorsale *LA IV*, plus faible que *LA II*; et enfin, le long de la nymphe ligamentaire apparaît encore une nouvelle lame très faible *6b* (*A. Reimersi*, *A. arctica*). La formule complète des Astartes, en y comprenant toutes les productions qui peuvent exister, serait

V. Dr.	*LA* I : III	3a : O^1 : 3b : (5b) :	L	*LP* (I) : III
V. G.	*LA* : II :	2a : O^{2b} : (4b) : (6b)	L	*LP* : II : (IV)

mais dans la plupart des espèces elle se réduit considérablement

V. Dr.	*LA* I	(3a) : 3b :	L	*LP* : III
V. G.	*LA* : II	2a : 4b	L	*LP* II

Le fait le plus remarquable dans le genre *Astarte*, c'est donc l'importance exceptionnelle des lames IV, tant en avant qu'en arrière du ligament.

Crassatellidés.— *Développement.*— Le développement se fait très lentement et peut être facilement suivi, par exemple, sur *C. lamellosa*, *C. compressa* et *C. plumbea* (fig. 8). Le ligament est pendant longtemps dans une fossette oblique qui atteint le bord ventral du plateau. A la *valve droite*, on observe la continuité de la lamelle *III*, dont l'extrémité recourbée forme la dent cardinale *3b*.

A la *valve gauche*, on observe de même une dent cardinale *4b* en continuité avec le bord de la coquille ; l'autre dent *2a* est la continuation de la lame ventrale, et n'arrive pas jusqu'au sommet. A ce

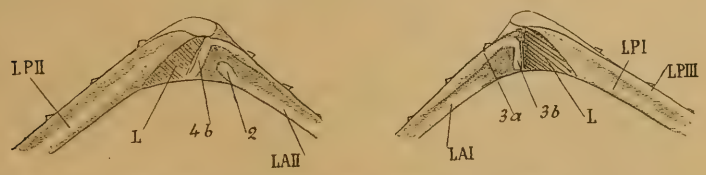


Fig. 8. — Stade peu avancé de *Crassatellalamellosa* et autres espèces (0,7 mill.). La dent *4b* est plus distincte que chez l'adulte, où le ligament tend à déborder sur elle.

stade, *Crassatella* est identique à de très jeunes Lucines ou Astartes, mais cet état se conserve jusqu'à une taille beaucoup plus considérable, pour laquelle, dans ces genres, le ligament serait déjà externe. La formule typique de *Crassatella* est donc :

V. Dr.	*LA* (I)	3a : 3b	L	*LP* (I) : (III)
V. G.	*LA* (II)	2a : 4b	L	*LP* (II)

On sait que chez beaucoup de Crassatelles adultes, la fossette ligamentaire cesse de s'accroitre au bord ventral et le ligament n'atteint pas alors le bord du plateau. Par suite la dent *4b*, qui était d'ordinaire réduite à une mince lamelle du bord du ligament, reparaît comme une forte dent saillante juste au-dessous de la fossette. *C. plumbea* est l'exemple le plus typique.

Carditidés. — *Développement de Cardita imbricataria* Lutétien. — (Fig. 9).

Valve droite. — La lame ventrale *I* est peu saillante et se développe seulement tout à fait en avant. Elle s'oblitère en général chez l'adulte.

La lame dorsale se replie de bonne heure et s'élargit à son bord ventral pour former la grande dent cardinale postérieure triangulaire (*3b*).

Valve gauche. — La lame ventrale *II* apparaît comme une saillie triangulaire du bord ventral du plateau ; elle ne se développe pas

en avant, de sorte que *LA II* fait défaut ; cette dent s'accroît du côté du sommet et devient *2a*. En même temps *4b* s'est développé comme une forte saillie auprès du ligament, et ces deux dents ne sont pas réunies auprès du sommet.

Morphologie. — L'interprétation de la formule des Cardites ne présente donc aucune difficulté. A la *valve droite, 3a* reste en général confondu avec le bord de la coquille, qui souvent (*Venericardia*) est, comme on sait, fortement reployé du côté ventral ; ce bourrelet peut devenir très peu marqué (*C. imbricataria, C. scalaris, C. Partschi*). Chez *C. aviculina*, au contraire, il se relève en une véritable dent saillante. *3b*, au contraire, s'allonge et se développe beaucoup et se confond parfois avec le bord cardinal épaissi (*C. aviculina*). Il se développe de plus parfois, chez les individus âgés, une nouvelle lamelle dorsale très faible (*5b*) le long de la nymphe ligamentaire (*C. aviculina, C. imbricataria, C. Bazini, C. pectuncularis*).

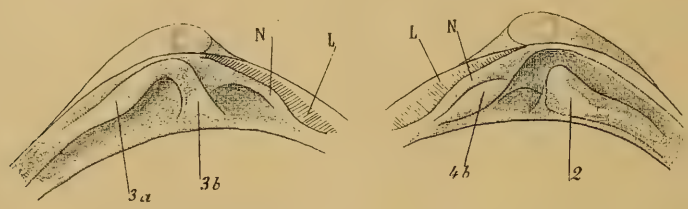


Fig. 9. — *Cardita imbricataria* (0,8 mill.). Commencement du développement de la nymphe ligamentaire N.

Valve gauche. — On peut, en général, observer que la grande dent oblique *4b* est en continuité avec le bord cardinal antérieur, souvent épaissi (*C. aviculina, C. Partschi*) et que la dent triangulaire *2a*, d'origine ventrale, reste en dedans du cercle ainsi formé. L'orientation de ces dents est en relation avec l'absence ou l'existence du reploiement de la coquille. Si ce repli n'existe pas (*C. ambata, C. scalaris*) les dents *4b* et *2a* forment un angle obtus, droit ou peu aigu ; si le repli est très accentué (*C. planicosta, C. imbricataria*) les deux dents deviennent presque parallèles.

Les dents latérales n'existent pas en général ; on voit cependant un rudiment de *LA II* et de *LA I* chez *C. Bazini, C. senegalensis, C. ambata.*

La formule habituelle sera donc :

V. Dr.	*LA* (III)	(3a) : 3b : (5b)	L
V. G.	*LA* (II)	2a : 4b	L

Lucinidés. — *Développement.* — Le développement de *Lucina neglecta*, pris pour type (fig. 4), permet d'établir la formule complète des Lucines, réalisée par exemple chez *L. columbella*.

V. Dr.	*LA* I : III	3a : 3b :	L	*LP* I : III
V. G.	*LA* : II :	: 2a : 4b	L	*LP* : II :

Les variations qui tiennent à l'oblitération des dents dans le cours de l'âge sont trop connus pour qu'il soit utile de s'y arrêter. On sait que toutes les dents peuvent disparaître chez l'adulte.

Fimbria. — Même formule chez *F. lamellosa*; à la taille d'un demi centimètre, on voit nettement la continuité de *3a* et *3b* et la séparation de *2a* et *4b*.

Lucidinés à ligament interne. — Chez *Axinus* (*A. Sarsii*), *Loripes* (*L. edentula*), il ne se développe pas de nymphe ligamentaire. Le ligament reste alors marginal, plus ou moins interne, et la fossette ligamentaire est la continuation de la fossette primitive. Chez *Diplodonta* (*D. rotundata*) existe une nymphe qui, dans le sous-genre *Felania* (*P. sericata* Reeve) est envahie par le ligament après sa formation, ce qui détermine deux fossettes, l'une, postérieure, continuation de la fossette primitive, reliée au sommet par une rainure; l'autre peu profonde, formée par l'envahissement du ligament sur le bord ventral. Enfin, chez *Ungulina* (*U. oblonga*, *U. alba*, Sénégal), ce ligament secondaire s'étend plus loin au bord ventral, et atteint la dent *4b* dont il empêche même le complet développement dans quelques individus. Nous retrouverons ce chevauchechement secondaire du ligament, en particulier chez les *Donacidés*.

B. — Formes où la dent 1 se développe, et où les dents 2a et 2b deviennent distinctes (*3 dents cardinales*).

Cyrénidés. — *Corbicula.* — Le développement des Cyrènes a été étudié d'une manière complète par M. Munier-Chalmas sur *C. antiqua*. Je n'ai observé que les derniers stades sur *C. tellinoides* et *C. Gravesii* (fig. 5). A une taille déjà grande ($1^{mm}5$) la charnière montre encore la continuité de *3a* et *3b* à la valve droite et de *2a* et *2b* à la valve gauche, ainsi que l'origine ventrale de la dent cardinale médiane *1* encore en continuité avec *LA 1*. La formule peut donc facilement se déduire de ce stade. C'est la formule la plus complète qui se rencontre chez les Eulamellibranches : il manquerait pour réaliser le schéma le plus général que les dents latérales supplémentaires V et VI dont l'existence est si irrégulière.

V. Dr.	*LA* I : III	3a : 1 : 3b :	*LP* I : III
V. G.	*LA* II	: 2a : 2b : 4b	*LP* II

Iphigenia (*I. brasiliensis*) : même formule.

Sphærium Scop. (*Cyclas* Brug.). Le développement de *S. corneum* (fig. 1) montre une grande lenteur de développement suivi d'arrêt avant que le stade définitif des Cyrènes soit atteint. La croissance du plateau cardinal, très faible dans le sens dorso-ventral, et très grande dans le sens antéro-postérieur, amène de plus l'éloignement extrême des dents latérales d'avec les dents cardinales. Sur des coquilles de 1mm 1/2 environ, on voit encore une lamelle *II*, démesurément longue, recourbée à son extrémité postérieure et une dent courbe *4b*. A la valve droite, *3a* et *3b* sont unis en une lame courbe

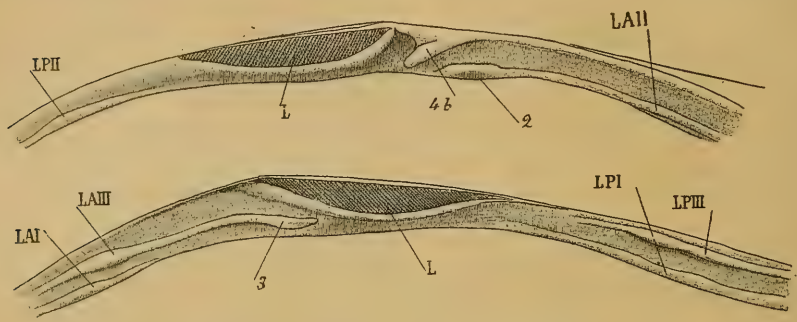


Fig. 10. — *Sphærium corneum* (1,5 mill.). La nymphe ligamentaire commence à se développer.

bifide, assez éloignée du sommet. La lame ventrale *I* n'envoie pas de prolongement vers le sommet ; l'adulte n'aura pas de dent cardinale médiane. Le ligament est alors logé dans une longue fossette qui occupe plus de la moitié de la largeur du plateau cardinal, et dont le bord ventral est relevé. Le développement des dents latérales postérieures n'offre rien de particulier.

A un stade ultérieur (2mm) *LA II* est très écarté de la lame recourbée (2). Celle-ci s'échancre de plus en plus mais reste indivise ; *3* se comporte de même. Pendant ce temps le ligament s'allonge de plus en plus, et devient marginal, par l'accroissement dorso-ventral du plateau. La formule de l'adulte est donc :

V. Dr. *LA* I : III	: 3 :	L	*LP* I : III
V. G. *LA* : II :	2 : 4b	L	*LP* : II :

Mêmes observations pour *Pisidium*.

Cyrenoides Joann. (*Cyrenella* Desh.). Ce petit genre localisé au Sénégal (*C. Duponti* Desh.) mérite d'être cité par la disposition presque embryonnaire de ses dents. A la valve gauche *4b* est peu

développé ; *LA II* et *2a* sont dans le prolongement l'un de l'autre mais distincts ; *2b* est vertical comme d'ordinaire. A la valve droite *1* qui est en continuité avec *LA I* peu développé vient se loger entre *3a* et *3b* qui sont aussi en continuité. Pas de dents latérales postérieures. Ce genre est placé par Zittel dans les Lucinidés, ce qui ne me paraît guère acceptable, vu la présence de la dent centrale *1*. C'est du type de *Kellya* que la charnière me paraît se rapprocher le plus ; mais le ligament est externe chez *Cyrenoides* et interne chez *Kellya*. De plus l'aspect général est bien différent. Une étude anatomique serait nécessaire pour résoudre la question.

Velorita (*V. cyprinoides* Gray, du Malabar) (fig. 11, A). Ce genre de Cynéridés présente cet intérêt de nous permettre d'expliquer la charnière de *Rangia* dont la position systématique est discutée. Le muscle adducteur antérieur se rapproche du sommet, raccourcissant ainsi en avant le plateau cardinal ; les *DLA*, au lieu d'être très allongés comme *Corbicula* et très obliques par rapport au plateau,

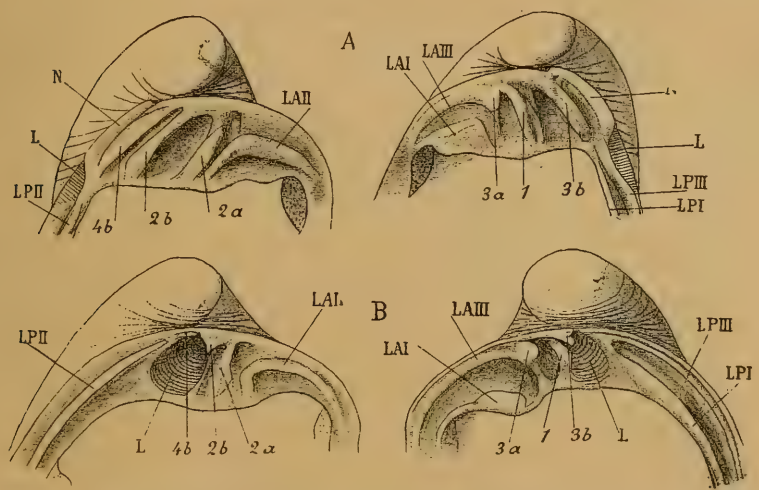


Fig. 11. — Comparaison de *Velorita* (A) à ligament externe, avec *Rangia* (B) à ligament interne : les dents *4b*, *2b*, *3b* sont rudimentaires dans ce dernier type.

restent sub-parallèles au bord du plateau. *LA II* est fortement recourbée et enveloppe complètement *LA I*. *LA III* est une simple lame, distincte du bord cardinal, et en continuité avec *3a*. *1* est une très forte dent médiane, entourée par *2a* et *2b* qui vont jusqu'au sommet. *4b* est faible, à la base de la nymphe. Enfin le ligament

est court, externe ; les *DLP* sont comme chez les Cyrènes. La formule est la même que chez celles-ci.

Rangidés. — *Rangia* Desm. (*Gnathodon* Gray, fig. 11, B). Ce genre intéressant est placé ordinairement parmi les Mactridés, et récemment encore Dall arrive à la même conclusion par l'étude anatomique. Neumayr, au contraire, le place près des Cyrénidés, en s'appuyant sur une forme de Cyrène à ligament interne décrite par Dunker dans la Wealdien, et aussi parce qu'il considère le type de charnière des Mactres (Desmodontes) comme essentiellement différent de celui des Cyrènes (Hétérodontes). Nous montrerons que ce dernier argument n'est pas fondé et que les Mactres ont au contraire une charnière assez voisine de celle des Cyrènes. Mais celle de *Rangia* diffère de celle des Mactridés par la présence de la dent centrale *1* qui avorte chez ces derniers. La coquille offre une analogie frappante avec celle de *Velorita* surtout chez le jeune : les *DLA* ont exactement la même disposition. Le ligament, au lieu d'être superficiel, comme d'ordinaire, s'enfonce dans une sorte de tunnel profond qui va rejoindre le sommet de la coquille ; le bord cardinal ne s'interrompt donc nulle part.Ce fait s'explique de lui-même par la considération des stries d'accroissement ; la croissance se fait par tout le tour au lieu de s'interrompre à la fossette ligamentaire ; le sommet du crochet est par suite éloigné de la fossette ligamentaire (comparer le cas d'*Isocardia cor*) ; en d'autres termes, la croissance dorso-ventrale du ligament l'emporte de beaucoup sur sa croissance tangentielle.

La partie active du ligament n'étant plus refoulée en arrière, empêche le développement des dents cardinales *4b* et *3b* dont on voit un rudiment au-dessus de la fossette ligamentaire ; la dent *3b* reparaît encore en partie le long de la fossette, chez les individus âgés. Enfin, la courbure de la dent latérale *LA III* rappelle ce qui se passe chez *Velorita*. Mais, le ligament étant situé plus en avant, les *LP*, n'étant plus gênées dans leur développement, arrivent plus près du sommet. Je ne considère pas *Rangia* précisément comme une phase embryonnaire de *Cyrena*, ce qui serait plutôt le cas des Mactridés, mais comme un type latéral, parti de la même forme embryonnaire et ayant évolué dans une autre direction par un mode d'accroissement spécial. Je me propose d'ailleurs de reprendre rapidement l'étude anatomique de ce type intéressant.

Vénéridés. — Le développement, suivi dans plusieurs espèces de *Cytherea* et de *Venus*, et chez *Tapes decussata*, présente les caractères normaux indiqués dans le 1er chapitre de ce travail ; il ne diffère

de celui des Cyrènes que par l'absence habituelle de lamelles postérieures, que l'on retrouve parfois à l'état rudimentaire.

Cytherea (fig. 12).

V. Dr. *LA* I : III	3a : 1 : 3b :	L	*LP* = 0
V. G. *LA* II	2a : 2b : 4b	L	*LP* (II)

La dent *4b* est une mince lamelle située à la base de la nymphe ligamentaire. *LA III* est très peu développée, représentée par un faible bourrelet distinct du bord cardinal. *3b* est bifide et ressemble tout à fait à la grande dent *3b* des Cyprines, mais plus étroite. *LA II* peut se rapprocher beaucoup du sommet et simuler une dent cardinale (*C. chione*); c'est elle que l'on appelle la *dent lunulaire*. On retrouve parfois les traces d'une *DLP*, allongée et faible.

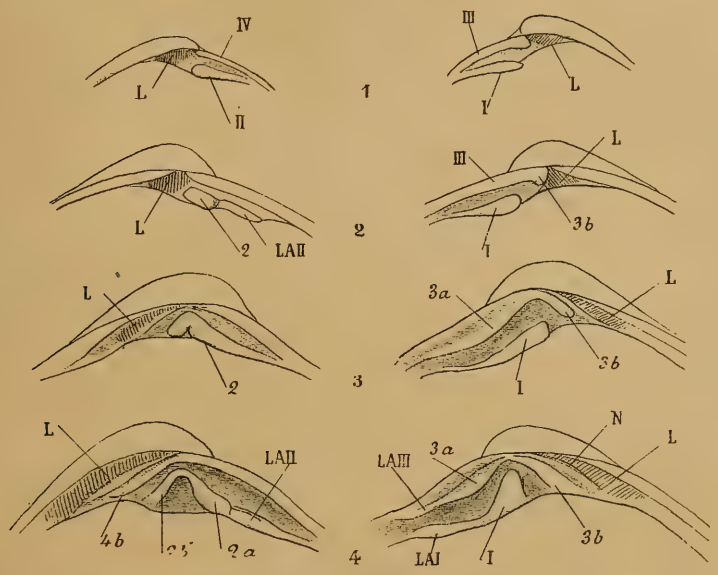


Fig. 12. — Développement de *Cytherea Deshayesiana* (Miocène de Dax). *1*, 0,5 mill.; *2*, 0,8 mill.; *3*, 1,2 mill.; *4*, 1,5 mill.

Circe montre, dans quelques espèces, une dent supplémentaire *5b*, faible, à la base de la nymphe (*C. croceu*, *C. corrugata*), mais elle manque aussi fréquemment (*C. gibbia*, *C. divaricata*).

Macrocallista est remarquable par le très faible développement de *4b*, qui n'est guère visible que dans les grands individus, *LA II* bien développé, séparé de *2a* et *2b*, est parallèle au bord du plateau.

Venus L.

V. Dr.	*LA*	O	3a	: 1	: 3b	: (5b)	L	*LP*	0
V. G.	*LA*	O		2a	: 2b	: 4b :	L	*LP*	0

En suivant le développement, on voit que pendant longtemps les lames sont tout à fait semblables à celles des Cythérées, les genres pouvant d'ailleurs être facilement distingués par les ornements qui apparaissent de bonne heure et permettent de suivre jusqu'à l'adulte. Mais bientôt la lame antérieure *LA I* ne se développe plus qu'à son extrémité antérieure ; elle est encore représentée parfois (*V. verrucosa*) par un élargissement du bord cardinal. Il en est de même de *LA II*. De même la lame III est réduite à *3a* et *3b*; *5b* manque ordinairement. L'absence de DLA caractérise en particulier les grandes sections *Omphaloclathrum* M., *Mercenaria* Schum., *Catelysia* Rœm., *Sunetta* Link est remarquable par son ligament marginal et le faible développement de *4b*.

Dosinia Scop. — Quelques espèces montrent les DLA : ainsi chez *D. japonica*, *D. juvenilis* on retrouve *LA I*, *LA II*, *LA III*. Dans un grand nombre d'espèces étudiées, la dent supplémentaire *5b* fait défaut (*D. exoleta*). On la retrouve dans *D. orbicularis* (Pliocène d'Asti) *D. concentrica*, *D. variegata*, *D. ponderosa* (actuel).

Tapes. — Le développement suivi dans *T. decussata* L montre bien l'origine des dents ; les lames ne se développent que dans le voisinage du sommet et les *DLA* et *DLP* n'existent à aucun stade. (Fig. 13).

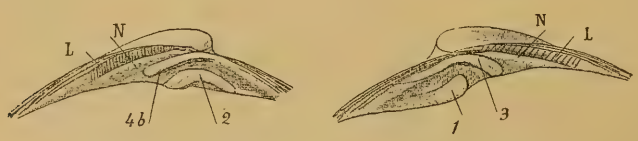


Fig. 13. — *Tapes decussata*, 1,2 mill. (St-Vaast).

V. Dr.	3a : 1 : 3b :	L
V. G.	2a : 2b : 4b	L

Glauconomya Bronn. (*G. rugosa* Hanley). Même formule. Un fait important est la réduction de la dent *1*, encore bien marquée et atteignant encore le bord cardinal, mais beaucoup plus faible que *3a* et *3b*. Cette dernière est bifide comme habituellement. En conséquence à la valve droite *2a* est très réduit ; *2b* est la dent la plus volumineuse, mais *4b*, qui avait une tendance à la regression dans les types précédents, reste très développée. Cette tendance à

la régression de *1* me paraît présenter une importance particulière, car il peut permettre peut-être de passer de Veneridés à *Asaphis*, aux Tellinidés et aux familles voisines.

C. Formes intermédiaires entre les types A et B, ou rappelant les stades embryonnaires de B.

Cyprinidés. — *Cyprina* (fig. 14). Le plus jeune individu de *C. islandica* que j'aie pu observer avait déjà 6 mill. (1). Il est cependant assez différent de l'adulte, pour que l'interprétation de la charnière ne puisse souffrir aucune difficulté. Elle présente à peu de choses près le type normal des Astartes (fig. 14).

Valve droite. — La lame ventrale antérieure *I* bien développée, se termine par une saillie conique. La lame dorsale antérieure présente nettement une portion antérieure *LA III* faiblement saillante et une crête antérieure *3a*, en continuité avec la précédente, mais plus saillante et oblique. La saillie ventrale *I* est en avant de *3a*, ce

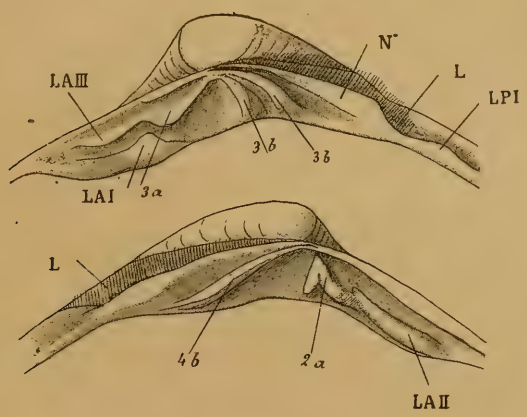


Fig. 14. — *Cyprina islandica* (Hammerfest). 6 mill.

qui doit la faire déterminer comme une dent latérale. La dent *3b* est nettement dédoublée en deux lames qui font toutes deux suite à *3a*. Ce fait persiste chez l'adulte où *3b* est la très forte dent cardinale médiane, triangulaire, dont les deux bords sont relevés en forte crête. Enfin en arrière de la fossette ligamentaire est une DLP ventrale (*LPI*) saillante.

(1) Il provient de sables rapportés de Vadsö (Norwège) par M. Pouchet.

Valve gauche. — La lamelle ventrale *II* est déjà divisée en deux segments *LA II* et *2a*, mais ces deux segments sont encore en continuité ; *2a* ne s'étend pas jusqu'au sommet et est fortement bifide, caractère qui ne se retrouve pas toujours chez l'adulte, et en tous cas moins marqué. La DLP se confond avec le bord ventral du plateau.

Caractères de l'adulte. — L'adulte diffère du type précédent par la séparation complète de *3a* d'avec le bord cardinal, par l'effacement de la portion antérieure de *LA I* et aussi par l'apparition d'une nouvelle lame dorsale *5b* qui, à la valve droite, continue le bord cardinal en arrière de la fossette *4 b'*, à la base de la nymphe ligamentaire jusque vers la moitié de la longueur. L'existence de cette dent supplémentaire n'est pas constante, même chez des individus de taille moyenne (3 à 5 cent.) et elle manque souvent chez les vieux individus. A la valve gauche, le fait le plus saillant est la séparation de *2a*, qui atteint presque le sommet, d'avec *LP II* qui garde la forme d'un tubercule conique.

Il peut y avoir discussion sur la dénomination à donner à la portion saillante de la dent ventrale antérieure gauche ; car elle s'engrène entre *LP II* et *2b*. Nous allons voir qu'elle est nettement homologue de la dent cardinale médiane *1* des types à 3 dents et qu'on trouve toutes les transitions entre une dent latérale et une dent cardinale.

La formule de *Cyprina islandica* en ne séparant pas cette dent de la DLP est donc :

V. Dr. *LA* : I : III	3a : 3b (divisée) : (5b)	L	*LP* I
V. G *LA* II	2a : 4b :	L	*LP* (II)

Pygocardia (Fig. 15). — M. Munier-Chalmas a fait un genre spécial pour *Cyprina tumida* du Pliocène d'Anvers. Ici la dent ventrale

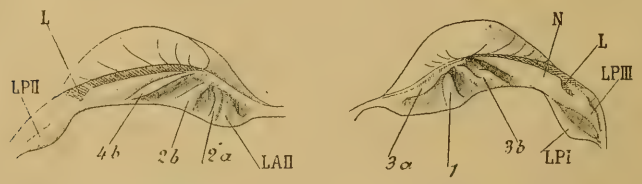


Fig. 15. — *Pygocardia tumida* (Pliocène d'Anvers), adulte. (Réduit).

droite devient nettement dent cardinale : sa portion antérieure *LA I* s'atrophie, et sa portion postérieure *1* très volumineuse arrive presque jusqu'à la lame dorsale, où la dent *3a* est à peine visible.

Elle est reçue dans une vaste fossette, creusée dans la lame II de la valve gauche ; or, en avant de cette fossette, la dent est nettement formée de deux parties non encore séparées, *LA II* et *2a*. La dent en avant de la fossette, qui était *2a* dans *Cyprina*, devient *2b*. La formule paraît au premier abord très différente.

V. Dr. :	*LA* (I)	:	III	1	:	(3a)	:	3b	:	L	*LP* I
						(divisée)					
V. G.	*LA*		II	2a	:			2b	: 4b	L	*LP* II

En réalité, pour passer d'un type à l'autre, il suffit de supposer que dans le cours du développement, la lame ventrale I s'est avancée plus loin en arrière que chez *Cyprina islandica*, et s'est arrêtée juste en face de *3a* dont elle arrête le dévelopement. Par suite à la valve gauche, la lame II est obligée de se recourber deux fois en ⋀_ au lieu de rester en forme de _. *Pygocardia* correspond donc à un stade ontogénétiquement plus avancé que *Cyprina* ; à moins que l'on ne veuille voir un arrêt de développement dans cette dernière.

Enfin le processus est complètement réalisé dans une petite forme actuelle décrite sous le nom de *Cyprina minima* Hanley (Lambasle Bay) et qui est exactement intermédiaire entre les Cyprines et les Cythérées. Elle diffère des précédentes par son sinus palléal à peine indiqué, pas plus que chez *C. islandica*, et par la charnière de la valve gauche. A la valve droite, fig. 16, on voit la dent *1* intercalée entre *3a* et *3b*, n'atteignant pas encore le sommet ; *3a* est en continuité avec le bord cardinal. A la valve gauche *LA II* et *2a*, saillantes toutes les deux sont en continuité. Cette forme ressemble tout à fait à une Cythérée avant son complet développement, et la nymphe ligamentaire est même très peu développée. Cependant toutes les Cythérées que j'ai pu examiner ont acquis leur caractère d'adulte à une taille bien inférieure ; elles ont alors un sinus palléal profond ; de plus elles sont dépourvues de *DLP* qui, dans *C. minima*, existent, grêles, et très allongées comme dans les jeunes Cyprines. Je crois donc qu'il s'agit là non d'un individu incomplètement développé

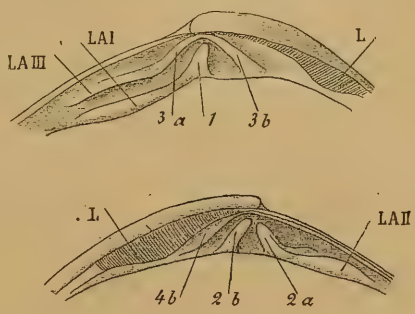


Fig. 16. — *Cyprina* (?) *minima* (actuel). 8 mill.

mais d'une forme de passage devant être rapportée plutôt aux Vénéridés et n'appartenant pas au genre *Cyprina*.

Cypricardiidés. — *Cypricardia* (fig. 17, 1). J'ai étudié quatre espèces vivantes et un fossile qui fournissent des variations intéressantes. Dans le jeune *C. angulata* (1cm 1/2) à la valve droite, I une lame ventrale oblique, indivise, et III est une lame faiblement arquée, continue, avec deux crêtes saillantes, l'une en avant, l'autre en arrière de I. La valve gauche montre par suite la lame II indivise, deux fois recourbées. Chez l'adulte de cette espèce la lame III devient rudimentaire en son milieu et se réduit presque exclusivement à ses deux extrémités *LA III* et *3b*. En même temps, à l'autre valve, la lame II fortement arquée, s'accole au bord dorsal. Cette lame se compose : 1° d'une portion antérieure recourbée en V, qui reçoit *LA III* dans sa fossette dorsale, et représente par suite *LA II* et *2a* encore indivises, et 2° d'une dent descendante *2b*. Entre *2a* et *2b*

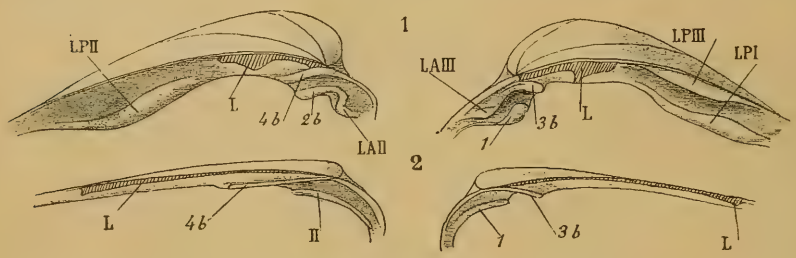


Fig. 17. — 1, *Cypricardia angulata* (actuel) ; 2, *Coralliophaga coralliophaga* (actuel).

s'engage la forte dent ventrale de la valve droite, que l'on doit par suite déterminer *1*. Cette dent représente l'extrémité postérieure saillante de la lame I qui ne s'est pas divisée, et dont la portion postérieure *LA I*, confondue avec le bord du plateau, n'est pas saillante. Enfin *4b* et les dents latérales sont bien marqués.

Cypricardia est tout à fait analogue à *Pygocardia*, abstraction faite de la forme beaucoup plus allongée de la coquille. Les choses se passent comme si la dent 1 avait quelque peu continué son évolution en arrière, permettant le développement de *LA III*, tout en arrêtant encore celui de *3a*, et avait entraîné ainsi les dents *2a* et *2b* loin de de *LA II*, avec laquelle *2a* était encore soudée dans le type précédent.

V. Dr.	*LA*	:	O^{I}	:	III	:	O^{3a}	:	1	:	3b	:	L	*LP* : I : III
V. G.	*LA*		II				2a				2b	:	4b	L	*LP* : II :

D'autres espèces, comme *C. rostrata*, *C. guineensis*, montrent la disparition de *LA II* : le bord cardinal n'est plus saillant en avant de *2a*; *1* est très volumineux, triangulaire et écarte les autres dents cardinales ; enfin *LA I* est rudimentaire : c'est le dernier terme de cette évolution.

Coralliophaga (fig. 17, 2). Les jeunes *Cypricardia* se rapprochent beaucoup de *Coralliophaga*, que l'on peut considérer comme un type embryonnaire persistant, relié à la forme normale par des intermédiaires nombreux. Les choses se passent comme si la coquille avait été dans son ensemble étirée fortement en longueur en avant du sommet, ce qui aurait empêché le plissement des lamelles primitives. Il est naturel de chercher l'explication de ce fait dans le mode de vie de l'animal qui vit dans des trous de rocher et n'est par suite pas exposé à des tractions violentes tendant à ouvrir sa coquille. La réduction de l'appareil cardinal semble un fait très général, et bien connu chez les Acéphales rupicoles. Les relations de *Coralliophaga* avec *Cypricardia* sont si manifestes que les deux genres étaient confondus au début. Le fait intéressant à constater est l'analogie de *Coralliophaga* avec les formes embryonnaires.

C. lamellosa montre à la valve droite la lame *I* saillante un peu relevée à son extrémité *1*; *LA III* n'est pas distinct; à la valve gauche II est continu et deux fois recourbé : *LA II*, *2a* et *2b* sont indivis ;

Chez *C. coralliophaga LA II* cesse d'être distinct de *2*, et l'ensemble reste faiblement arqué, ainsi que I.

Chez *C. Guerini* et surtout *C. solenoides*, I et II sont très faiblement arqués, indivis et presque parallèles au bord du plateau.

En suivant cette même série, on assiste encore à la réduction progressive de *4b* et des LP, ces derniers disparaissent complètement dans les dernières espèces.

Isocardia (Fig. 18) peut être considéré comme dérivant de jeunes

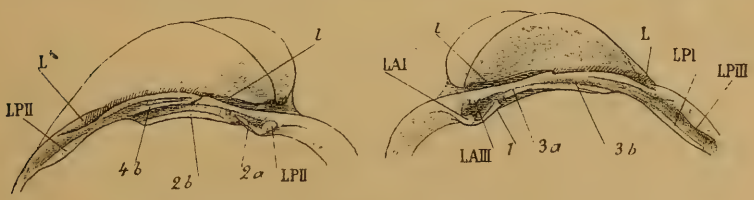


Fig. 18. — *Isocardia Lamarcki* (actuel).

Cypricardia par une sorte d'étirement suivant la circonférence (voir page 112). *I. Lamarcki* a la formule normale.

V. Dr. *LA* I : (III)	3a : 1 : 3b	L	*LP* I : (III)
V. G *LA* II	2a : 2b : 4b	L	*LP* II

LA III et *LP III* peu développés, mais bien nets ; *LA I* est un petit mamelon saillant indépendant de *1* ; cette dernière dent est une lame obtuse formant le bord ventral, et qui s'arrête juste en face de *3b*. *LA II* est soudé à *2a* et forme avec elle une lame courbe, aiguë, nettement divisée en deux saillies ; *2b* en est séparé et passe par dessous.

Chez *I. Moltkiana LA I* et *1* sont plus nettement unis ; *LP III* est très réduit. Enfin chez *I. cor* et *I. fraterna* adultes, *LA I*, *LA III* et *LA II* disparaissent. Il reste donc

V. Dr.	3a : 1 : 3b	L	*LP* I
V. G.	2a : 2b	L	*LP* II

Modiolarca.— Développement (fig. 19). J'ai suivi le développement de *M. pusilla* Gray du Cap Horn, depuis le stade 0,55 millimètres; des embryons de même taille ont été trouvés en quantité innombrable dans des coquilles, beaucoup plus grandes, de *M. fuegiensis* Roch. et Mab., aussi du Cap Horn mais provenant d'une autre localité. Ces embryons sont identiques ; ce fait est important à noter parce que, à ce stade, ils peuvent à peine être distingués de ceux de *Lasœa rubra*, de la famille des Erycinidés, dont j'ai suivi

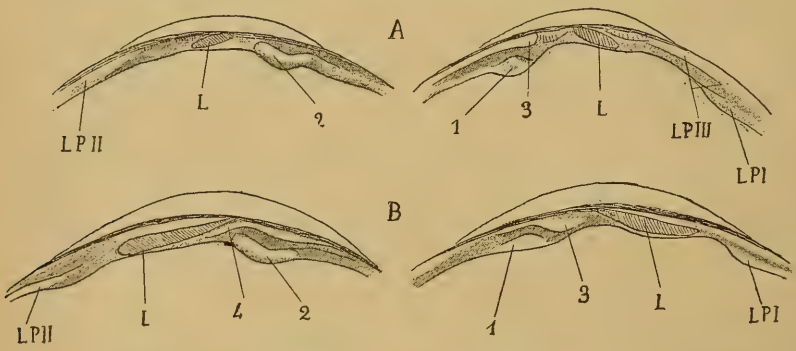


Fig. 19. — *Modiolarca pusilla* (Cap Horn). A, stade de 0,8 mill.; B, stade de 1,2 mill.

aussi le développement sur des individus très nombreux provenant de sables du Cap Horn. Comme j'ai pu obtenir en abondance tous les stades de chacune de ces deux formes, je puis être certain des déterminations; mais je ne décrirai que les stades plus importants.

Le développement est très lent, et peut être suivi avec une grande facilité (fig. 1 et 19).

Le stade le plus jeune obtenu, encore contenu dans la coquille du parent, a une charnière presque rectiligne, avec un plateau cardinal qui n'est développé qu'en avant et en arrière, au point où les lamelles primitives sont représentées par de simples tubercules. La valve droite diffère de celle de *Lasœa rubra* seulement en ce qu'au stade correspondant le tubercule postérieur dorsal n'est pas développé à la valve droite. Le ligament, très réduit, est dans une petite fossette oblique un peu en arrière du milieu (fig. 1, page 108).

A la taille de 0,6 mill. seulement, les différences avec *Lasœa* commencent à s'accentuer. Le ligament occupe toute la largeur de la charnière dans le sens dorso-ventral, et il s'étend plus loin en arrière. Il est bordé de deux très faibles mamelons crénelés, identiques à ceux des Taxodontes, situés au bord dorsal. Les deux lames ventrales de chaque valve se sont beaucoup allongées, surtout les lames postérieures (*LP I* et *LP II*) qui sont assez éloignées du ligament. Les lames antérieures I et III sont bien saillantes à leur extrémité antérieure, et I forme même comme un repli où est logée l'extrémité saillante de II. Les lames dorsales ne sont pas développées à la valve gauche ; à la valve droite, la lame III est visible sous forme d'un épaississement du bord cardinal.

A une taille plus considérable, le processus indiqué continue. Le ligament s'étend de plus en plus en arrière et devient marginal ; le plateau se développe en dedans de lui, de sorte qu'il n'atteint plus le bord ventral. Les *DLP* restent par suite loin en arrière et sont lamellaires. Chez l'adulte, elles disparaissent en général, mais on en trouve parfois des rudiments.

Les lamelles antérieures s'effacent dans leur portion antérieure ; les DLA ne sont donc pas marquées ; au contraire, leurs extrémités *1* et *2* sont très saillantes et peu allongées et restent près du crochet. On voit la lame dorsale III s'accentuer peu à peu et contourner 1, et dans quelques individus âgés (5 mill.) elle arrive à se séparer du bord cardinal et à constituer ainsi une vérítable dent *3b*.

La lame IV ne se sépare pas du bord cardinal, en avant, mais elle est bien individualisée en arrière à cause du développement d'une nymphe ligamentaire. La formule est donc

V. Dr.	3a : 1 : 3b	L	LP (I)
V. G.	4a : 2 : 4b	L	LP (II)

Dans de grandes espèces, *M. Sauvineti*, *M. fuegiensis* Roch. et Mab.,

le système cardinal est encore plus concentré au-dessous du sommet; 1 et 2 sont deux petits tubercules ventraux, très peu allongés, au-dessus desquels se développent les lames dorsales arquées. Pas de DLP.

V. Dr.	1 : 3	L	
V. G.	2 : 4	L	

Pétricolidés. — Les Pétricolidés montrent une série régressive partant de *Tapes*, analogue à celle que nous avons trouvée dans les Cypricardiidés.

Venerupis Lk. *V. irus* Lk. a exactement une charnière de *Tapes*.

V. Dr.	3a : 1 : 3b	L	
V. G.	2a : 2b : 4b	L	

V. substriata montre, à l'intérieur de l'espèce même, la régression de *3a* et de *2a* qui peuvent, ou bien être assez développés, ou bien s'effacer presque complètement avec tous les intermédiaires. En même temps, *1* n'atteint plus le sommet et garde sa position ventrale.

V. striata. *3a* et *2a* ont disparu. Les dents restantes *1* : *3b*, et *2b* : *4b* encore très saillantes, montrent leur position ventrale ou dorsale dans les jeunes individus.

Petricola Lk. Les dents sont moins saillantes et plus allongées chez *P. arcuata* (Californie).

Enfin chez *P. cylindrica* l'étirement dans le sens postérieur est plus marqué : *1* est une courte lamelle saillante; *2* est une lamelle arquée pour recevoir la dent *1*, et où l'on peut encore distinguer *2a* et *2b*; *4b* est une lamelle fine, au bord de la nymphe ligamentaire, très peu saillante. On arrive ainsi à des formes qui rappellent tout à fait *Coralliophaga*, et en ont été séparées surtout à cause du sinus palléal peu échancré dans ce dernier genre, où l'étirement est poussé plus loin, et à cause de la présence chez *Coralliophaga* de *DLP* rudimentaires. Il ne semble pas y avoir de relation phylogénétique directe entre les deux groupes, mais la convergence due au même genre de vie est évidente.

Erycinidés. — *Développement de Lasœa* (*L. rubra*, Cap Horn). Les plus jeunes individus observés ont environ 4/10 de millimètre. La coquille est d'un jaune orangé, très bombée. Elle ressemble beaucoup au test de certains Ostracodes et à la coquille de *Modiolarca*, mais la confusion n'est pas possible. En effet, 1° j'ai pu suivre tous les stades de cette phase jusqu'à l'adulte sur un très grand nombre d'individus, 2° au sommet de coquilles plus âgées,

on voit encore parfois la coquille embryonnaire distincte avec sa forme et sa couleur. Elle se distingue de celle de *Modiolarca* par une forme un peu plus arrondie; la ligne cardinale est plus courte et moins rectiligne; le plateau cardinal, très faible, se prolonge plus loin, en avant et en arrière, sur le bord courbe de la coquille (Fig. 20, 1). Les valves sont inéquilatérales : le côté postérieur est plus raccourci dans le sens antéro-postérieur; le côté antérieur plus allongé est aussi plus aminci dans le sens dorso-ventral. Une fossette ligamentaire extrêmement faible existe un peu en arrière du milieu. Sa nature est indiquée par la présence du ligament

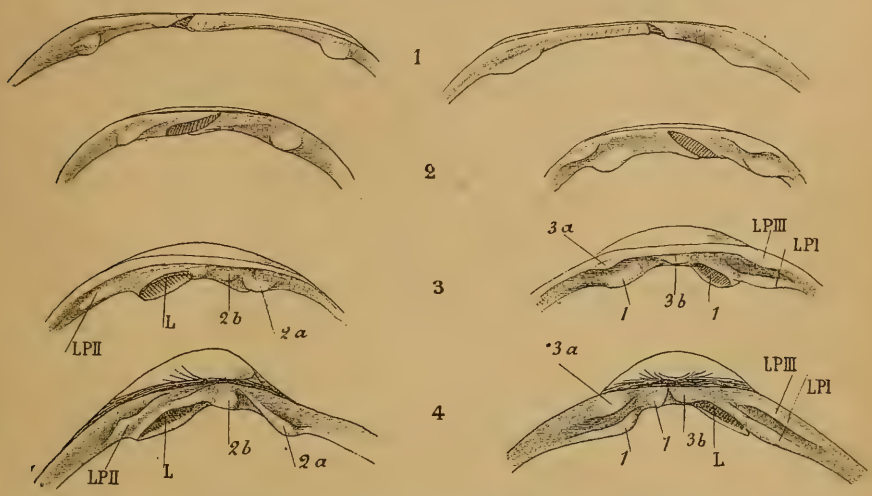


Fig. 20. — Développement de *Lasœa rubra* (Cap Horn). 1, stade de 0,5 mill.; 2, 0,8 mill.; 3, 1,1 mill.; 4, 1,5 mill., très voisin de l'adulte.

que l'on voit par transparence, les deux valves étant réunies; celui-ci apparaît quand on veut séparer les deux valves et reste attaché à l'une d'elles. Les deux valves présentent chacune une dent antérieure et une dent postérieure, en forme de mamelons presque hémisphériques, très éloignées du milieu de la charnière. Celles de la valve droite sont ventrales par rapport à celles de la valve gauche. Autour d'elles s'ébauche un rudiment de plateau cardinal.

2e *Stade.* — Le stade suivant est réalisé à une taille à peine supérieure à la précédente. Il est caractérisé par l'apparition d'une dent dorsale, encore très faible, de chaque côté, à la valve droite, et plus rapprochée du milieu que la dent ventrale. A la valve droite

on voit la dent unique se creuser en arrière d'une fossette pour recevoir la dent ventrale à la valve droite (Fig. 20, 2).

3e Stade. — Le ligament s'accroît très obliquement en arrière en se portant du côté ventral. Il ne tarde pas à être logé à chaque valve dans une cavité, dont les bords font légèrement saillie au bord ventral du plateau. C'est à ce moment que les différences avec *Modiolarca* commencent à se manifester. Les dents antérieures s'écartent l'une de l'autre à la valve droite (Fig. 20, 3).

4e Stade. — L'accroissement intercalaire étant assez faible, les productions cardinales s'écartent peu du sommet. Les dents *1*, *2*, *LP I* et *II* s'allongent. Sous le sommet apparaissent aux deux valves deux très faibles dents qui occupent toute la largeur du plateau très étroit en ce point. Je les considère comme représentant *3b* et *4b*.

5e Stade. — On arrive ainsi à l'adulte, où ces dents *3b* et *4b* sont souvent un peu plus fortes, mais très diversement développées suivant les individus. Le ligament très oblique est dans une fossette à bord saillant ; il n'arrête donc le développement d'aucune dent. *1* s'étend jusqu'au sommet.

V. Dr.	3a : 1 : (3b)	L	LP I : II
V. G.	2 : 4b	L	LP II

Morphologie. — On voit que les dents antérieures proviennent de tubercules placés très loin du milieu de la charnière dans la forme embryonnaire ; ces dents restent en place jusque chez l'adulte. Il me semble donc impossible, dans le cas présent, de faire une distinction entre dents latérales antérieures et dents cardinales ; *1*, *2*, *3a* représentent les lames antérieures primitives indivises, équivalentes aux lames postérieures qui, dans certains types, leur ressemblent d'une manière frappante (*Montacuta*).

Ordinairement la dent *1* est une lame assez courte, atteignant le sommet et convergente avec la dent *3a* dont elle paraît parfois être un repli (*Bornia*) ; il est facile de vérifier son indépendance chez l'adulte. Même remarque pour *2* et *4b*.

Kellya (*K. Caillaudi*) ; *Bornia* (*B. crenulata*), *Scacchia* (*S. ovata*).

V. Dr. :	3a : 1	L	LP I : III
V. G.	2 : 4b	L	LP : II

Montacuta (*M. bidentata*). — Remarquable par l'allongement des dents extérieures. Le développement, suivi sur une espèce du Cap Horn, montre que *1* ne s'étend pas jusqu'au sommet, tandis que *3* se replie pour former la dent cardinale voisine du ligament, qui ressemble à la dent *1* des types précédents. Ici on peut admettre

l'existence de véritables dents latérales, car la lame II se renfle loin avant du sommet.

V. Dr.	*LA* I : III	3a : 3b	L	*LP* I : III
V. G.	*LA* II	2	L	*LP* II

Montacuta fait en quelque sorte la transition aux Kellyellidés.

Kellyellidés. — *Développement.* — J'ai suivi le développement depuis les stades les plus anciens sur une espèce de *Lutetia* de Dax (fig. 21). C'est un développement typique de forme à 3 dents cardinales, où les dents latérales antérieures ne se développent pas. Les Kellyellidés restent au stade qui précède le stade permanent des

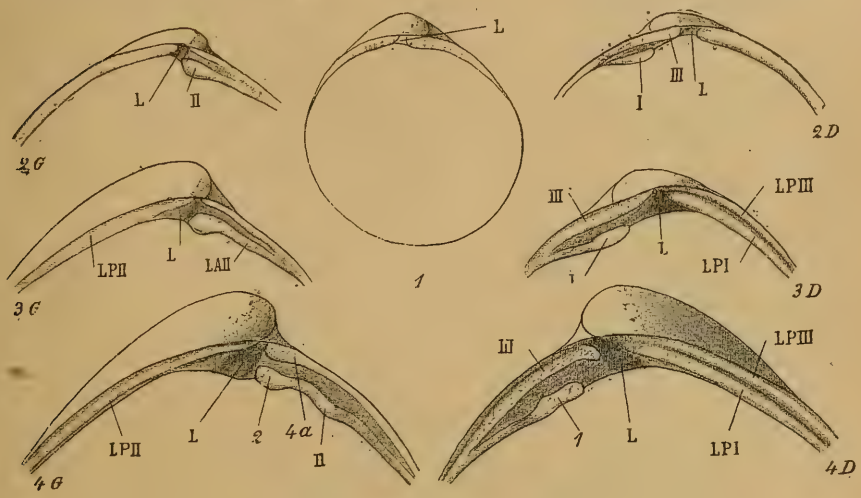


Fig. 21. — Développement de *Lutetia* sp. (Miocène de Dax).

Cyrénidés, Vénéridés, etc.; la lame *1* n'atteint pas le sommet et 2 reste indivis et simplement arqué. On sait d'ailleurs que les *Kellyella* des grandes profondeurs ont été prises pour des embryons d'*Isocardia*.

V. Dr.	1 : 3	L	*LP* I : III
V. G.	2 : 4	L	*LP* II

4 se confond avec le bord cardinal qui ne se replie pas pour former une dent *4b*. Dans une forme du cap Horn, non décrite et voisine de *Kellyella*, et dont j'ai suivi le développement, un stade un peu plus avancé est réalisé. *1* est une dent triangulaire, saillante, *2* fortement recourbé et indivis l'entoure et est entouré aussi par *3*, recourbé et indivis. Ligament interne. DLP I, II, III peu allongés. Même formule.

Chamidés. — Je n'ai jusqu'ici pu trouver aucune coquille plus petite qu'un demi-centimètre environ. Néanmoins la morphologie ne me paraît présenter aucune difficulté, si l'on compare les *Chama* aux formes jeunes des types précédents. Je ne m'occuperai que des formes *normales* de *Chama*, qui correspondent exactement aux types étudiés jusqu'ici.

Valve droite. — Il existe toujours une forte dent dorsale *3*, arquée, où l'on peut quelquefois reconnaître une portion antérieure *3a* et une portion postérieure *3 b*. (*C. calcarata*, *C. gryphoïdes*, *C. gryphina*) mais la séparation en 2 dents cardinales n'est jamais poussée bien loin. On voit parfois des rudiments de dents latérales *LA I* et *LP I* (*Chama lazarus*).

Valve gauche. — On voit toujours une forte dent lamellaire limitant le bord interne du plateau cardinal. Elle prend son origine du côté antérieur, comme le montrent les individus jeunes ; elle correspond à la lamelle *2*, où les régions *2a* et *2b* ne se sont pas indivi-

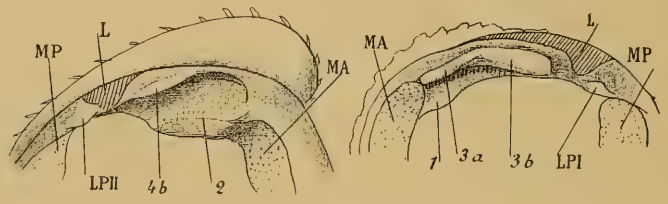


Fig. 22. — *Chama lazarus* (actuel). MA, MP, muscles.

dualisées, probablement à cause du raccourcissement du plateau cardinal, sur lequel le muscle antérieur a une tendance à empiéter. La dent latérale *LA II* ne se développe presque jamais ; on peut cependant en voir parfois un rudiment.

De l'autre côté de la fossette est une lame allongée, beaucoup plus faible, qui semble avoir échappé à M. Douvillé, mais qui a, au contraire, été admise par M. Fischer, c'est la dent *4b*. Elle se voit nettement le long du plateau ligamentaire.

Chez *Chama lazarus* Lk. (actuel) *C. substriata*, *C. papyracea* Desh. (Eocène) *Ch. gryphoides* (actuel), etc., elle est très réduite, mais encore visible chez une forme inverse (*Ch. gryphina* Lk. actuel). Enfin, une dent latérale postérieure *LPII* se voit parfois comme une faible saillie en arrière de la fossette cardinale (*C. gryphoides*, *C. gryphina*, *C. papyracea*, etc.). Elle a été reconnue par M. Douvillé, mais méconnue par M. Fischer.

La formule complète des formes normales de *Chama* est donc

V. Dr.	*LA* (I)	3a : 3b :	L	*LP* (I)
V. G.	O*LA*	: 2 : 4b	L	*LP* : (II)

Elle peut se réduire à

V. Dr.	: 3	L
V. G.	2 :	L

Voici maintenant la concordance des notations employées avec celles qui ont été proposées par M. Douvillé et par M. Fischer pour les Chamidés et les Rudistes. On concevra facilement que nous n'ayons pu étendre ces notations aux autres groupes de Lamellibranches. Nous rappelons que les fossettes sont représentées par M. Douvillé et M. Fischer par des lettres minuscules, et dans la notation proposée ici par des lettres accentuées.

	Valve gauche β				Valve droite α			
Notation de M. Douvillé et de M. Fischer.	b′	N	b	M	B′	n	B	m
Notation de M. Munier-Chalmas et de F. Bernard.	1′	2	3′	4b	1	2′	3	4b′

La dent 1 n'apparaît pas chez les Chamidés et se retrouve au contraire chez les Diceratidés et les Rudistes.

D. — Formes à ligaments internes (*Desmodontes* de Neumayr) pouvant être rapportées au type B.

Mactridés. — *Mactra*. — Développement suivi : *Mactra triangula*. Miocène de Dax ; *M. solida*, actuel (St-Vaast). Le développement offre des analogies avec celui des Cyrènes, seulement l'accroissement tangentiel est très faible entre le sommet et l'extrémité ventrale de la fossette ligamentaire : celle-ci reste donc interne. Dans les jeunes individus, à la valve droite, la lame III se replie en dedans comme d'habitude et constitue une dent *3b* antérieure au ligament, aussi bien développée que les autres dents, mais celui-ci se développant un peu du côté antérieur, envahit la dent *3b* et arrête son développement ultérieur, sauf près du sommet où il s'en voit un rudiment chez l'adulte. En même temps, une nouvelle expansion du bord dorsal, près du sommet, isole de la fossette interne un court et étroit ligament externe : cette lame peu saillante

constitue le rudiment d'une nymphe ligamentaire. La lame *I* ne s'avance pas en arrière de *3a* et par suite la dent *1* n'existe pas.

A la valve gauche, on voit chez le jeune une forte dent *4b* qui est envahie par le ligament, en laissant un rudiment près du sommet.

La lame II se développe comme chez les Cyrènes, par exemple, et se sectionne assez tard en *LA II* éloigné de *2a* et *2b*, dents cardinales divergentes. Enfin une faible nymphe ligamentaire isole le ligament externe du ligament interne.

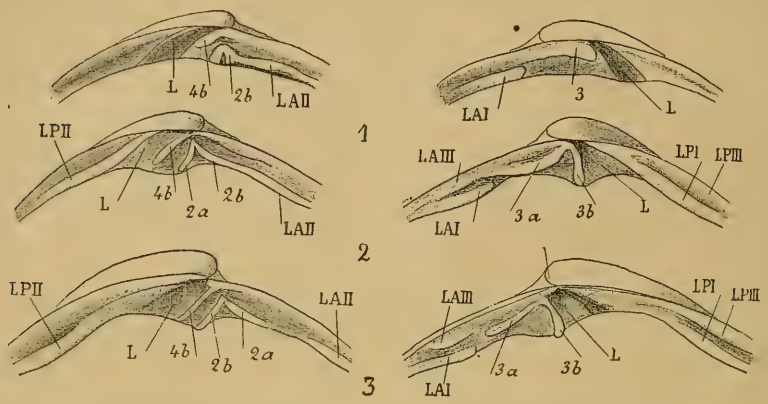


Fig. 23. — Développement de *Mactra solida* (actuel).

L'absence de la dent *1* a pour Neumayr une importante capitale : comme les dents cessent d'alterner d'une valve à l'autre, il en conclut que le type de charnière est formellement opposé à celui des Hétérodontes. Cette manière de voir amènerait à séparer les *Sphærium* des Cyrènes. Neumayr cherche à ramener *Mactra* au type des Myes et des Panopées, en imaginant que *toute* la région cardinale représente le cuilleron ligamentaire qui aurait été abandonné partiellement par le ligament. Le développement nous conduit à un résultat directement opposé et montre que le processus s'est fait d'une manière inverse. D'ailleurs, dans son hypothèse, Neumayr ne parvient guère à expliquer les dents latérales des Mactres qu'il se refuse à comparer à celles des Hétérodontes.

Un assez grand nombre de Mactridés présentent à l'état adulte toutes les dents *2a*, *2b*. *3b* et *4b* bien développées, allant jusqu'au bord ventral du plateau. La formule complète des Mactres ne diffère donc de celle des Cyrènes que par l'absence de la dent 1, dont je n'ai nulle part trouvé de rudiment.

V. Dr. *LA* I : III	3a : 0^1 : 3b	*LP* : I : III
V. G. *LA* : II :	2a : 2b : 4b	*LP* : II :

Ces espèces (*M. Fauroti* Jouss., *M. isthmia* Jouss., etc.), correspondent aux stades jeunes de *M. solida*, *M. stultorum*, etc., d'autant plus que la continuité de *LA II* et *2a* n'est pas encore interrompue.

En partant de ces formes, que nous considérons comme les plus normales, puisqu'elles sont plus rapprochées du type embryonnaire, nous constatons plusieurs sortes de variations qui nous conduisent aux familles voisines.

1° Les dents cardinales qui restent encore saillantes ne se développent pas dans toute la hauteur du plateau et restent limitées au voisinage du sommet. Ceci est indiqué dans la plupart des *Mactra*, *Hemimactra*, etc., où *3b* et *4b* restent rudimentaires et ne réapparaissent que vers le sommet ; chez *Standella striatella 2b* même est atteint par la régression.

2° Les dents *2a* et *2b* ont une tendance à se rapprocher de plus en plus ; en d'autres termes : l'extrémité épaissie de la lame *2* qui, à l'état embryonnaire, apparaît comme une simple dent bifide, reste à cet état ; il y a donc toutes les transitions entre les cas de deux dents distinctes *2a* et *2b* et celui d'une seule dent *2* plus ou moins divisée par un sillon. Cela nous mène aux Scrobiculariidés. La question d'homologie de ces dents chez les Mactres se résout donc d'elle-même : il s'agit d'une production qui peut rester simple et correspond alors à la dent *2* (cardinale antérieure) des Astartes, ou bien se divise et correspond à l'ensemble des deux dents *2a* et *2b* des Cythérées et des Cyprines. Dans le cas où *2a* et *2b* ne se séparent pas, cette dent bifide *2* a une tendance à rester dans le voisinage du sommet (*Mactra glauca*, *Lutraria*).

3° Les dents latérales ont une tendance à se rapprocher du sommet (*Eastonia*, *Cœcella chinensis* Desh., Japon). Cela nous conduit aux Mésodesmatidés.

4° Enfin le ligament tend à gagner de plus en plus du côté antérieur ; ce qui se verra aussi dans les familles suivantes.

Tous ces processus paraissent absolument indépendants les uns des autres.

Schizodesma (*S. Spengleri* L. Cap.) — Ici l'accroissement de la région cardinale dans le sens transversal est relativement considérable, comme chez *Rangia*, et le sommet est loin du bord libre du ligament. Mais le bord dorsal de la coquille ne se referme pas au-dessous du ligament, et le ligament est logé dans une profonde échancrure triangulaire et non dans un tunnel. C'est un cas inter-

médiaire entre celui de *Mactra* et celui de *Rangia*. Mais la disposition des dents rappelle celle de *Mactra* : *2a* et *2b* forment un V, et *1* n'est pas développé, *3b* est visible en avant du ligament.

Meropc. — (*M. capillacea* Desh. Inde.) — Ce genre montre une tendance des dents latérales à se rapprocher du sommet, à la valve gauche, *LA II* est presque parallèle à *2a ;* à la valve droite *3a* est en continuité avec *LA III* et s'en distingue simplement par son relèvement tranchant. Le ligament débordant en avant, le rudiment de *4b* n'est plus visible et *3b* qui borde la fossette ligamentaire est faiblement saillant.

Schizothœrus (*S. maximus*, Pacifique) a encore toutes les dents de *Mactra*, mais très petites, ramassées autour du sommet. *LA I* seul atteint le bord ventral. Ligament externe bien développé.

Eastonia (*E. rugosa* Lk. Europe). — Le plateau cardinal tend à se raccourcir autour du ligament et celui-ci tend encore à envahir le côté antérieur. Les *DLP* sont très courtes et tendent à converger vers le sommet ; *3b* est réduit à une très faible lamelle ; *4b* n'existe plus, et c'est *2b*, rudimentaire, qui déborde sur la fossette ligamentaire.

Lutraria (*L. elliptica* actuel). — Le processus est moins avancé en ce qui concerne les dents cardinales, car *3a* et *3b* sont normalement développées ; *2a* et *2b* sont soudées en une forte dent bifide *2*, n'atteignant pas le bord ventral. Mais, d'autre part, les dents latérales n'existent pas, sauf *LA II*, faible, parallèle à *2b*.

Raeta. (*R. canaliculata* Gray, Océan Indien). — *LA II* est encore plus faible, est reliée à *2a* comme à l'état embryonnaire. Cette dent a naturellement passé inaperçue. *2* est une petite dent bifide ; *4b* est tout à fait rudimentaire; sur le ligament il existe de faibles *DLP* (I et II) atteignant presque le sommet. A la valve droite, *3b*, rudimentaire, ne se voit qu'au sommet.

Dans toute cette série de formes on assiste à la croissance de plus en plus grande du ligament dans le sens dorso-ventral, ce qui nous mène au cuilleron des Myidés.

Mais on voit aussi que la réduction des dents latérales est indépendante de celle des dents cardinales.

Scrobiculariidés. — La charnière peut s'expliquer facilement en partant des Mactridés. *Cumingia* (*C. tellinoides* Conr. Antilles) fait la transition. Les *DL* ventrales sont bien développées et n'atteignent pas le sommet; à la valve droite, *3b* est atteint par le ligament et peut être assez effacé ; *4b* a disparu ; enfin *2* n'est pas bifide ; c'est une forte dent qui borde la fossette ligamentaire.

V. Dr.	*LA* I :	3a : 3b	*LP* I
V. G.	*LA* : II	: 2 :	*LP* : II

Les genres suivants sont mieux caractérisés comme Scrobiculariidés ; ils ont un ligament externe relativement très développé, séparé par une forte nymphe du ligament interne. Ce dernier s'étend loin en arrière et aussi au bord ventral, et commence à former une sorte de cuilleron aux deux valves.

Dans ces genres on assiste à la régression indépendante des dents latérales et des dents cardinales.

Semele Schum. (*Amphidesma* Lk). — Chez *S. cordiformis* Sow. toutes les dents sont bien développées, même *4b* assez réduit, mais distinct au bord antérieur du ligament.

Toutes les dents s'atténuent mais restent visibles dans les grandes espèces (*S. californica* Sow.).

Scrobicularia Schum. — Il y a encore un rudiment de *4b* chez *S. Collardi* Payr. (Dalmatie). Mais toutes les dents latérales ont disparu chez *S. piperata*, *4b* fait défaut et même *3b* entre en régression.

Syndosmya Reil. — *S. Caillaudi* montre, au contraire, les *DL I* et *II* en avant et en arrière, mais *4b* a disparu. Les DL peuvent disparaître aussi graduellement dans certaines espèces (*S. alba*) et l'on trouve toutes les transitions. Il est à remarquer que la charnière des Scrobiculariidés s'expliquerait tout aussi bien en partant de formes intégripalléales à ligament interne comme *Lucinopsis*, *Crassatella*, etc.

Mésodesmatidés. — Les Mésodesmatidés présentent au premier abord de grandes difficultés d'interprétation, mais un examen attentif permet de retrouver d'une manière remarquable le mode normal de développement. Je rappelle que la coquille présente une grande analogie extérieure avec les *Donax* : la coquille est très allongée en arrière, et les crochets sont opisthogyres. Le ligament est dans une profonde fossette interne, ce qui fait considérer par Neumayr cette famille comme dérivant des *Donax* par le procédé indiqué plus haut ; le ligament aurait abandonné sa position externe, et serait descendu entre les dents cardinales, et, par le fait on peut retrouver parfois une faible trace de ligament externe en arrière du sommet (Fig. 24, *L*).

Il resterait à expliquer la disposition des dents. Chez *Paphia (Mesodesma) trigona* Desh. et la plupart des espèces, les deux valves présentent chacune deux dents, aboutissant presque au sommet, de chaque côté de la fossette ligamentaire. La présence de deux dents postérieures gauches est une anomalie qui pourrait s'expli-

quer par le maintien de 4 lamelles primitives; mais alors il n'y aurait pas d'homologie entre la charnière de *Paphia* et celle des familles précédentes.

On peut au contraire trouver toutes les transitions entre les Mésodesmatidés et les Mactridés et expliquer les cas extrêmes par l'examen attentif de la région voisine du sommet.

Nous avons constaté chez les Mactridés une tendance des *D L* à converger près du sommet. Ceci se voit chez *Cœcella chinensis* Desh., *Capsella radiata* Desh., où le crochet est encore faiblement prosogyre, mais où le côté antérieur commence à être un peu plus allongé que le côté postérieur. Il existe un rudiment de *4b* à la place habituelle, *2* est bifide

V. Dr.	*LA* I	3a : 3b	L	*LP* I
V. G.	*LA* : II	: 2 :	4b / L	*LP* II

Chez *M.* (*Ceronia*) *donacia*, grande espèce (Fig. 24), les DL sont complètes et n'atteignent pas le sommet. A la valve droite, *3a* et *3b* sont de faibles crêtes, parallèles, refoulées par le ligament. A la

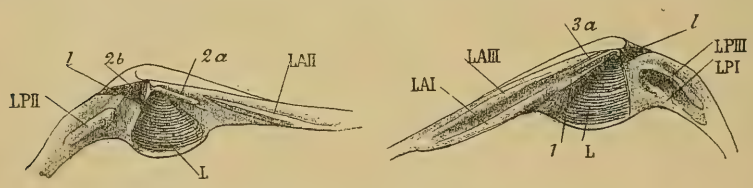


Fig. 24. — *Mesodesma* (*Ceronia*) *donacia* (actuel).

valve gauche, *2* est diversement développé et peut même se diviser en *2a* et *2b*, cette dernière débordant sur le ligament; à côté de *2b*, on voit un rudiment de *4b*. Le ligament externe est bien développé et communique avec le ligament interne par une forte échancrure à chaque valve; cette échancrure est recouverte par *4b* et *2b*, mais il ne se développe pas de nymphe ligamentaire. Des *Mesodesma* de Nouvelle-Calédonie font la transition avec les formes précédentes; l'allongement antérieur est moins marqué; mais *2* n'est plus bifide, ce qui est aussi fréquent chez *M. donacia*.

Chez M. *Novæ Zelandiæ* Chemn., *4b* n'existe plus et *3b* est rudimentaire. Le ligament interne occupe une portion tout-à-fait médiane.

Paphia trigona et surtout *P. striata* montrent un degré de plus dans le cheminement antérieur du ligament. En examinant le sommet de jeunes individus, on voit que le ligament interne,

tout près du sommet, s'enfonce sous la dent *4b* représentée par une mince lamelle, en continuité avec le bord cardinal ; cette lamelle est échancrée à son extrémité ventrale, pour donner passage au ligament, et de l'autre côté de celui-ci (en arrière) apparaît une dent qui ne va pas jusqu'au sommet. C'est manifestement la suite de *4b* qui a été interrompu par le passage du ligament. Le développement est par suite indiqué : au début, le ligament était logé dans une fossette en arrière de *4b* ; mais cette dent a une tendance à se développer par-dessus le ligament, pendant que celui-ci se dirige plus en avant ; la croissance de la dent s'arrête pendant que dure le passage du ligament, et elle reparaît ensuite en avant. On doit donc interpréter la seconde dent de la valve gauche comme une dent cardinale (*4b*), en avant de laquelle le ligament a chevauché. La formule de la valve gauche pourra donc être écrite :

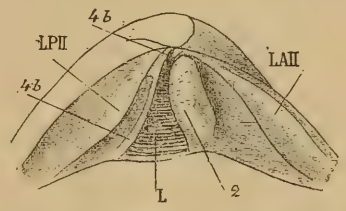


Fig. 25. — *Paphia trigona* (actuel). Valve gauche, grossie.

$$\text{V. G.}\quad LA\ \text{II} \,\Big|\, 2 : \underset{|\ \text{L}\ |}{\text{4b}\ |\quad|\ \text{4b}} \,\Big|\, LP\ \text{II}$$

A la valve droite, le cheminement du ligament en avant a pour effet naturel de faire avorter la dent cardinale *3b* dont on voit cependant le rudiment près du crochet, quant à *3a* elle est presque soudée à *LA I*, qui prend la prépondérance,

$$\text{V. Dr.}\quad LA\ \text{I} : \text{III} \mid \text{3a} : (\text{3b}) \mid \text{L} \mid LP\ \text{I} : \text{III}$$

Enfin chez *Paphia donacilla* Desh. (Méditerranée) le processus est achevé ; les rudiments de *4b* et de *3b* ne sont plus visibles près du sommet, chez l'adulte, *4b* est tout entier en arrière du ligament et ressemble tout à fait à *DL II* qui en est voisine.

Anapa présente la même disposition. Il n'est donc pas légitime, comme le fait Neumayr, de séparer cette forme des Mésodesmatidés pour la rapporter aux Mactridés.

Corbulidés. — *Développement.* — J'ai pu suivre le développement de *Corbula carinata* de Dax, à partir d'une taille de 3/4 de mill. environ. La charnière diffère de celle de l'adulte, d'abord à la valve gauche par le développement moins grand du cuilleron ligamentaire, qui ressemble tout à fait à la fossette des Mactres adultes. En avant se voit un bourrelet, en continuité avec le bord

cardinal antérieur et qui est évidemment la dent descendante *4b* (Fig. 26). En arrière est une dent latérale triangulaire ventrale *LP II*. Enfin, du côté antérieur, en avant de la grande fossette (*1'*) qui sert à loger la dent saillante de l'autre valve, un léger bourrelet ventral représente la lame *II*, développée seulement dans sa région moyenne (*2a*).

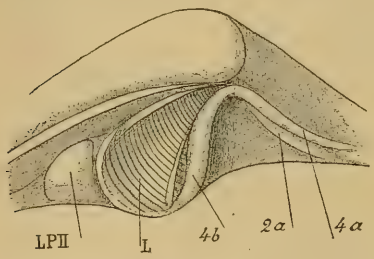


Fig. 26. — Valve gauche de jeune *Corbula carinata* (Miocène de Dax), vue par la face dorsale du plateau.

La valve droite diffère moins de celle de l'adulte. Cependant la fossette ligamentaire est beaucoup moins enfoncée. On voit nettement l'origine ventrale de la grande dent conique *1*, au-dessus de laquelle le bord dorsal *III* présente un léger crochet, représentant la dent *3b* arrêtée dans son développement par l'enfoncement de la fossette ligamentaire.

Morphologie. — Dans le cours du développement, à la valve gauche le ligament s'accroît rapidement à son bord ventral, et déborde en même temps du côté antérieur de manière à recouvrir complètement la dent *4b*. Dans la plupart des cas, il est encore visible près du sommet : mais dans *C. gallica* il abandonne le sommet, et alors l'accroissement radial de la coquille reprend au-dessous du crochet, comme le montrent les stries d'accroissement du bord cardinal, qui s'infléchissent très fortement, mais finissent par ne plus converger au sommet et reparaissent, parallèles, sur la zone occupée primitivement par le ligament et les dents. Dans

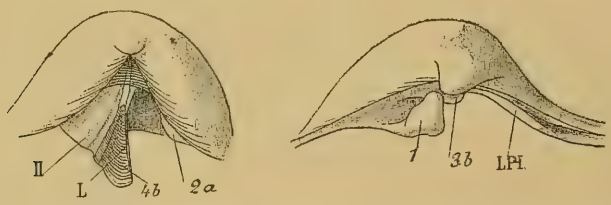


Fig. 27. — *Corbula gallica* (Lutétien), vue par la face dorsale du plateau.

cette espèce on peut nettement distinguer, dans la région occupée par le ligament, un secteur postérieur déprimé qui correspond à la fossette primitive, qu'on peut suivre jusqu'au sommet (Fig. 27, L) et un secteur antérieur relevé, qui n'est autre chose que la dent

4b; celle-ci s'accroît rapidement par-dessous, et est envahie à mesure par le ligament. La dent latérale postérieure II est peu distincte; elle est représentée par l'espace bombé compris entre le ligament et le bord postérieur. Enfin la dent *2a* est un faible bourrelet du bord cardinal en avant de la fossette 1'.

A la valve droite, il est facile de constater l'existence de la lame dorsale III rudimentaire qui, dans *C. gallica*, déborde en avant sur la grande dent *1*. Enfin la lame ventrale postérieure I est faiblement marquée.

La formule complète sera donc :

V. Dr.	*LA* : (III)	: $\overbrace{(3a) : 1\ (3b)}$:	L	*LP* (I)
V. G.	*LA* : (III)	(2a) : $\frac{L}{4b}$	L	*LP* (II)

Chez *Corbula crassa* Hinds (Australie), la valve droite ne présente plus la dent dorsale *3b* ni la lame postérieure *LP I*. La valve gauche n'a pas non plus la dent rudimentaire *2a*, mais la dent postérieure *LP II* est bien marquée par un mamelon saillant; la formule se réduit alors :

V. Dr.	: 1 :	L	
V. G.	0 : $\frac{L}{4b}$	L	*LP* II

Sphenia (*S. rostrata*) Desh. Lutétien. Même formule que la précédente.

Cela nous mène directement aux cas des Myes et des autres Desmodontes. On sait que, en partant des Corbules, on peut suivre une succession de formes où la fossette ligamentaire est de moins en moins enfoncée à la valve droite.

Cette série montre en même temps l'envahissement du plateau cardinal par le ligament qui s'étend de plus en plus en avant et en arrière, soit en faisant avorter les dents, soit en s'établissant par dessus.

Mya, *M. truncata* et *Mya arenaria*. — A la valve droite, on ne trouve plus que la dent *1*, bien moins développée que chez les Corbules, et un faible bourrelet postérieur *LP I*. A la valve gauche, le ligament se développe en arrière jusqu'à la DLP qui n'en forme plus que le rebord postérieur, de même que *4b* n'est plus visible que comme un léger relèvement du bord antérieur.

Dans *Mya mercenaria* Say (Amérique), la DLP est mieux séparée de la fossette ligamentaire, mais à la valve droite, *1* est presque complètement atrophié, ce qui nous mène au genre suivant.

V. Dr.	1 :	L	*LP I*
V. G.	: $\frac{L}{4b}$	L	$\frac{L}{LP\ II}$

Tugonia. — Chez *Tugonia* (*T. anatina* Chemn., Sénégal), à la valve gauche, les dents qui bordent la fossette ligamentaire (*4b* et *LPII*) ne sont pas envahies complètement par le ligament, en revanche, à la valve droite, *1* a complètement disparu.

Cuspidariidés. — Cette petite famille, tellement spéciale au point de vue anatomique que Pelseneer a créé pour elle un ordre distinct (Septibranches), se laisse, au contraire, facilemeut ramener au type précédent pour la charnière. Chez *Cuspidaria cuspidata*, la seule dent bien développée est *LP I* qui est une longue lamelle saillante ; à la valve gauche *LP II* se confond avec le bord de la coquille. En arrière du cuilleron, le bord de la coquille se replie en formant une fausse nymphe ligamentaire, divisant ainsi le ligament en une portion interne et une portion externe.

Cardiliidés. — *Cardilia* (*C. semisulcata* Lk., Japon). Ce genre singulier, placé ordinairement dans les Mactridés, me semble mériter de constituer une famille spéciale. Il est remarquable tout d'abord par le développement considérable, à chaque valve d'une lame myophore (fig. 28, *M*) servant à l'insertion du muscle postérieur, et qui, passant dans l'intérieur des crochets très enroulés, arrive jusqu'au sommet. La charnière montre de plus un développement anormal du ligament qui envahit une portion considérable du plateau, mais ne fait cependant pas avorter les dents dont l'assimilation au type habituel présente quelque intérêt.

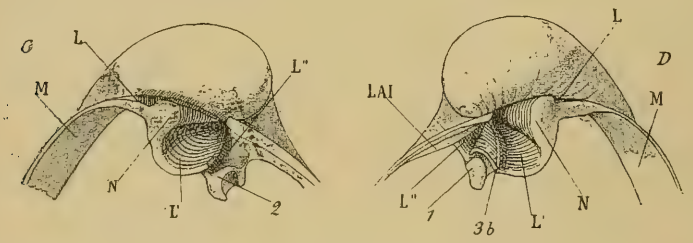


Fig. 28. — *Cardilia semisulcata* (Japon).

Je considère comme représentant le ligament primitif, la portion de cet organe située en arrière du sommet, et qui est formée d'une bande externe et d'une fossette terminale. (fig. 28, *L*). En arrière de ce ligament ne se développe aucune production ; les DLP avortent

donc. Cette partie du ligament est tout à fait semblable au ligament externe ordinaire, qu'on voit chez *Cardium*, *Tapes*, etc., et se développe tangentiellement. Elle est bordée en avant par une très forte nymphe ligamentaire (*N*). Mais le ligament franchit cette nymphe sur laquelle se voient nettement les stries d'accroissement de cet organe, et vient s'établir à chaque valve dans une vaste fossette ou cuilleron, très creux et à bord ventral saillant (*L'*); cette fossette, à chaque valve, se prolonge par un tunnel spiral jusqu'au sommet fortement rejeté en arrière. Cette production empêche à la valve gauche le développement de *4b*, et à la valve droite celui de *3b*, représentée peut-être par une faible saillie en travers du cuilleron. Ce dernier se relève, à chaque valve, par une lamelle qui quitte la surface du plateau cardinal. Mais le ligament ne s'arrête pas là et débordant encore en avant, vient encore s'établir dans la profonde cavité *L''* située entre le bord relevé du cuilleron, la surface du plateau même et le bord cardinal antérieur. Il a par conséquent envahi successivement tout le plateau. Le point intéressant est que cependant les dents 2 et 3 n'avortent pas pour cela : dans sa portion antérieure (*L''*) le ligament n'atteint pas en effet le bord ventral, et recouvre simplement la portion dorsale, anciennement formée, de ces dents qui sont libres et fonctionnent au bord ventral. Enfin à la valve droite se voit une faible dent latérale antérieure *LA I*. A la valve gauche on voit en effet une forte saillie très fortement recourbée en V, dont les bords ventraux se soudent même en un tunnel et qui représente manifestement *2a* et *2b*. Elle reçoit dans sa cavité la dent *1* de la valve droite, qui est une saillie très prononcée, de section triangulaire. L'homologie de cette charnière singulière avec les types ordinaires est donc facile à établir. Mais la présence d'une dent 1, et tous les autres caractères en somme écartent *Cardilia* des Mactridés.

V. Dr.	$\frac{L}{1}$	$\frac{L}{3b}$	L	*LA* (*I*)
V. G.	$\frac{L}{2}$	L	L	

La barre verticale représente ici la position de la nymphe ligamentaire.

Anatinidés. — *Anatina*. — Le plateau cardinal ne se développe qu'en arrière du sommet, et le ligament tend à l'envahir d'une manière complète en faisant avorter complètement les dents. Chez *Anatina laterna*, *A. subrostata*, etc., les bords du cuilleron sont relevés, et à la valve gauche, on peut considérer ces saillies comme

représentant *4b* et *LP II*. Au-dessus de *LP II*, le ligament sort du cuilleron et vient s'étaler sur le bord externe de la coquille en un ligament externe très réduit. La valve droite est absolument symétrique. Chez quelques individus on voit un rudiment de bourrelet dorsal (3 à la valve droite).

Thracia. — *T. papyracea* (Manche). — Le processus indiqué s'accentue davantage, car le ligament franchit en arrière la saillie peu marquée qui borde la fossette *(PL II)* et arrive jusqu'au bord de la coquille, où il s'étale en un ligament externe.

Remarques sur l'ordre des Desmodontes de Neumayr

Neumayr (1) a fondé en 1883 le groupe des Desmodontes pour des formes « à ligament opisthodète externe, ou bien complètement ou à moitié interne ; s'il est interne, il se développe des nymphes ligamentaires particulières, ordinairement en forme de cuilleron, dont les bords ou la ligne médiane peuvent se développer en prolongements dentiformes ; *de véritables dents font défaut* » (2). Dans cet ordre, l'auteur fait rentrer les *Pholadomyidés*, *Panopéidés*, *Anatinidés*, *Myidés*, *Corbulidés*, *Mactridés*. Dans la description qu'il donne des principaux genres de ces familles, il s'applique à montrer que le plan de la charnière est tout différent de celui des Desmodontes ; il fait dériver tout le groupe des Pholadomyidés, à ligament externe, et en particulier des *Homomya* et des *Myacites* du Jurassique et du Crétacé, toutes formes dépourvues de dents. Avec *Pleuromya*, dans le Jurassique, le ligament deviendrait interne, porté à chaque valve sur un cuilleron, ce qui conduit aux Anatinidés ; dans les autres familles, les bords du cuilleron peuvent se relever en forme de dents. Les homologies que Neumayr établit entre ces productions dans l'intérieur du groupe me paraissent fondées d'une manière générale, jusqu'au moment où il arrive aux Mactridés. Mais l'auteur échoue dans l'interprétation des dents latérales dans cette famille ; il considère les dents latérales postérieures comme correspondant aux bords postérieurs relevés de la fossette ligamentaire ; mais comme les bords antérieurs ont déjà donné les dents cardinales, il ne reste rien à homologuer aux dents latérales postérieures, et Neumayr en conclut que ces productions « n'ont pas grande importance morphologique » (3). « De ces

(1) Neumayr. *Sitz. K. Akad. Wiss. Wien.* 1883.
(2) Id. *Denkr. K. Akad. Wiss. Wien.* 1891, p. 44 du Separat-abdruck.
(3) Loc. cit., p. 48.

rapports, il résulte clairement que le parallélisme avec les Hétérodontes est impossible..... »

L'ordre des Desmodontes a été accepté par la majorité des paléontologistes et quelques zoologistes. Il est donc indispensable, malgré la mort si regrettable du savant paléontologiste viennois, que je résume avec précision les motifs qui doivent, à mon avis, le faire rejeter.

1° L'étude anatomique (1) ne montre nullement une distinction profonde entre les Desmodontes et les Hétérodontes ; en tous cas, la majorité d'entre les premiers sont des formes plus spécialisées que les Hétérodontes comme les Myidés, Anatinidés et surtout les Cuspidaridés, Pholadidés, etc. Les formes dont la coquille ressemble le plus aux Hétérodontes (Mactridés) ne peuvent être séparées de ceux-ci au point de vue anatomique. Le groupe des « *Eulamellibranches* » est d'une homogénéité remarquable, et il est impossible de le couper en deux ordres présentant entre eux des différences équivalentes à celles qui séparent les Taxodontes, les Anisomyaires et les Eulamellibranches eux-mêmes. Je me contente d'indiquer ici ce fait important, me réservant d'y revenir dans un travail ultérieur.

2° L'hypothèse consistant à faire partir les Desmodontes d'un type dépourvu de dents est toute gratuite. Il faudrait l'appuyer par des arguments tout spéciaux, si l'on ne veut en même temps indiquer les types dépourvus de dents comme points de départ des autres séries de Lamellibranches, et faire dériver, par exemple, les Unionidés des Anodontes, les Anisomyaires des Mytilidés, etc. La détermination des formes sans dents comme types primitifs ou comme types régressifs est des plus difficiles et ne peut être résolue que par l'Anatomie comparée et l'Embryogénie.

3° Neumayr s'appuie sur une autre hypothèse, celle du cheminement du ligament de l'extérieur à l'intérieur. Or, le développement nous a montré que l'évolution ontogénique se fait toujours en sens inverse. Néanmoins, il n'est pas impossible que, phylogénétiquement, des formes à ligament interne ne puissent dériver de formes à ligament marginal par diminution de la croissance tangentielle de la région ligamentaire. Mais cela ne permet en rien de séparer les Desmodontes des Hétérodontes.

4° L'argument le plus important est tiré de l'impossibilité de ramener la charnière des Desmodontes au type Hétérodonte. Or, nier cette homologie en particulier pour les Mactres, c'est nier

(1) Travaux de Ménégaux et de Pelseneer.

l'évidence : pendant un stade assez long de son développement la charnière d'une Cyrène est presque identique à celle d'une Mactre, celle d'une Vénus à celle d'une Lutraire, etc. Dans tous les cas examinés, j'ai pu homologuer les dents des Desmodontes avec celles qui occupent la même place chez les Hétérodontes. L'examen d'une valve de *Pholadomya candida* (actuel) m'a même montré l'existence de dents rudimentaires, rentrant dans le type normal, comme je l'établirai ultérieurement.

Les conclusions relatives à l'enchaînement possible des formes de charnières entre elles seront présentées dans un second mémoire, après l'examen des formes qui n'ont pas été étudiées dans le présent travail.

SUR L'URGONIEN DE LA MONTAGNETTE

PRÈS TARASCON (BOUCHES-DU-RHONE)

par **A. TORCAPEL** (1).

Entre Avignon et Tarascon, au milieu des vastes plaines d'alluvion qu'ont formées, près de leurs confluents, le Rhône, la Durance et le Gardon, s'élève, comme une île, un massif calcaire dont l'aridité et les pentes rocheuses font un violent contraste avec la riche végétation des grandes plaines qui l'entourent de toutes parts.

Ce massif, connu sous le nom de *la Montagnette*, a été généralement considéré comme constitué par le Néocomien inférieur : c'est ainsi qu'il est figuré sur la feuille d'Avignon de la carte géologique détaillée au 80,000e. Dans mon mémoire sur l'*Urgonien du Languedoc* (2), je l'avais classé tout entier dans mon sous-étage cruasien. Mais les études plus approfondies auxquelles j'ai pu me livrer dans ces dernières années, m'ont convaincu que la structure de ce massif est plus complexe que je ne l'avais cru et qu'il comprend, en réalité, les trois zones ou sous-étages que j'ai reconnus sur la rive droite du Rhône et qui constituent dans notre région l'étage urgonien tel que d'Orbigny l'a institué (3).

(1) Note présentée à la séance du 1er avril 1895; manuscrit remis le même jour. Epreuves corrigées par l'auteur, parvenues au secrétariat le 28 Avril 1895.

(2) *Revue des Sciences naturelles*, Montpellier, 1882.

(3) J'ai déjà eu occasion d'exposer les motifs qui me paraissaient justifier la conservation, entre l'Hauterivien et l'Aptien, de l'étage urgonien. J'ai eu la satisfaction de constater que MM. de Lapparent et Munier-Chalmas ont adopté cette manière de voir dans leur savant tableau des étages. Mais la substitution du nom de Barrémien, proposée par nos éminents collègues, à celui d'Urgonien est-elle bien justifiée et n'offre-t-elle pas quelques inconvénients? Il me semble que ce dernier nom ayant pour lui la priorité et étant consacré par un long usage, il devrait, à ce titre déjà, continuer, de préférence à l'autre, à figurer dans la nomenclature. En outre, l'Urgonien, tel que d'Orbigny l'a défini, comprend, en même temps, le faciès à Céphalopodes et le faciès récival, tandis que le terme de *Barrémien* désigne essentiellement un faciès à Céphalopodes et ne peut s'appliquer, sans grand risque de confusion, aux calcaires corralligènes qui se développent aux divers niveaux de l'étage.

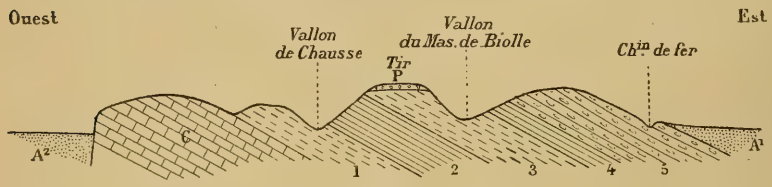
Le point de départ de mes nouvelles recherches a été surtout la découverte faite par MM. Curet et Allard, d'un gisement fossilifère près de l'extrémité sud de la Montagnette, découverte d'autant plus précieuse que les fossiles sont des plus rares dans toutes les couches de ce massif ; l'*Echinospatagus cordiformis* abonde seul dans certaines couches, notamment près du couvent de Frigolet ; la *Nemausina neocomiensis* est aussi assez commune (E. Dumas).

Parmi les fossiles trouvés dans ce gisement par ces zélés géologues et qu'ils ont eu l'obligeance de me communiquer, j'ai reconnu les espèces suivantes :

Ammonites Rouyanus d'Orb.
— *ligatus* d'Orb.
— *difficilis* d'Orb.
— *Fabrei* Torc.
Nautilus plicatus Sow.
Panopœa sebencensis Torc.
— cf. *Prevosti* d'Orb.
Pholadomya sinuosa Math.
— *urgonensis* Math.
Venus Cornueli d'Orb.
Corbis corrugata Sow.
Pinna Pouthieri Torc.
Echinospatagus cordiformis Breyn.
Pseudodiadema Bourgueti Des.

Cette faune comprend la plupart des espèces les plus caractéristiques du Barutélien du Gard (1). Les couches qui la renferment sont des marnes grises, schistoïdes ou noduleuses, alternant avec des calcaires marneux jaunâtres, mal stratifiés, noduleux ou se délitant en plaquettes irrégulières. Elles affleurent aux abords du Champ de tir de la garnison de Tarascon et forment une colline comprise entre le vallon de Chausse et celui du mas de Biolle.

Figure 1. — Coupe à l'extrémité sud de la Montagnette.



A¹, alluvions quaternaires; A², alluvions récentes; P, dépôts pliocènes; C, Cruasien ; 1-5, Barutélien.

Voici la coupe détaillée que j'y ai relevée moi même (voir la fig. 1).

Au-dessus des calcaires rocheux, gris-clair, qui forment le bord occidental du massif et désignés par la lettre C, on observe, en stratification concordante :

(1) Voir mon mémoire précité et mes Nouvelles recherches sur l'Urgonien du Languedoc. *Revue des Sciences naturelles*, Montpellier, 1885.

1° Marnes grises et calcaires marneux, gris, d'aspect terreux, avec délits jaunâtres ; ensemble mal stratifié et noduleux : *Echinospatagus cordiformis*, *Echin. amplus* Desor, *Ostrea aquila* d'Orb. . . . . 15 mètres.

2° Calcaire de la carrière des fours à chaux (la Tuilerie, sur la Carte d'Etat-major), dur, compact, jaunâtre, esquilleux, mal stratifié, à bancs serrés : *Nautilus plicatus*, *Echin. cordiformis*, *Cyprina* sp. . . . . 20 mètres.

3° Calcaire marneux jaunâtre, se délitant en plaquettes : *Pinna Pouthieri*, *Ostrea aquila* . . . . . 25 mètres.

4° Marnes grises noduleuses : *Panopœa Prevosti*, *Echin. cordiformis*, *Echin. amplus* . . . . . 10 mètres.

5° Calcaire gris clair, à bancs assez réguliers en grand, mais noduleux et poudinguiforme à la surface, à gros nodules compacts dans l'intérieur . . . . . 30 mètres.

La direction des strates qui forment cet ensemble est sensiblement nord-sud. Les couches les plus résistantes forment des crêtes qui s'allongent dans cette direction et les points culminants cotés 162 sur la carte, mais elles cessent bientôt d'être fossilifères, ou du moins on n'y trouve plus que l'*Echin. cordiformis* et sa variété *Echin. amplus*.

Si, de ces points culminants, on descend vers l'est dans la direction de Graveson, on trouve au-dessus de la couche 5, sur environ 100 mètres d'épaisseur, des calcaires plus résistants, mais toujours noduleux et comprenant des couches marneuses. J'y ai trouvé le *Belemnites subfusiformis* Rasp. et l'*Echin. cordiformis*. Puis on arrive à des calcaires blancs, compactes à texture subooli-thique, contenant la *Rhynchonella depressa* Sow. Cette assise rappelle une couche analogue qui forme la base du Donzérien de la chaîne du Bois des Lens (Gard). Elle a une dizaine de mètres d'épaisseur.

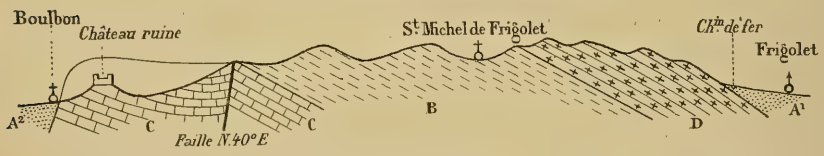
Au-dessus, se développe une série de bancs rocheux dans lesquels on ne trouve plus d'intercalations de marne. Ce sont des calcaires jaunâtres ou blanchâtres, subcristallins, très durs, à cassure fragmentaire, contenant des rognons siliceux et formés presque entièrement de fines lumachelles et de Polypiers. Les lumachelles sont surtout développées dans les couches supérieures qu'on peut observer près de la gare de Graveson. Elles rappellent celles des couches d'Orgon. Les fossiles déterminables sont extrêmement rares et ce n'est qu'à grand'peine que j'ai pu recueillir, près de cette gare, dans un banc un peu crayeux : *Rhynchonella depressa* Sow.,

Terebratula tamarindus d'Orb. et deux Chamacées très empâtées dans la roche. J'ai reconnu dans l'une d'elles le *Monopleura varians* Math.

La présence de ces Chamacées montre que cet ensemble rocheux (D, fig. 2) représente bien, ainsi qu'on pouvait le supposer, d'après sa position stratigraphique et les autres caractères indiqués plus haut, les couches récivales d'Orgon, c'est-à-dire notre Donzérien (1). On ne retrouve pas ici, il est vrai, l'aspect ruiniforme et hérissé (*rascle*) habituel à cette assise, mais cette particularité peut s'expliquer par les dénudations dues aux courants énergiques qui, depuis les temps miocènes, ont balayé à tant de reprises la vallée du Rhône et raboté, en quelque sorte, la surface de cet îlot. Les parties les plus résistantes ont seules subsisté et forment des sommets ou des arêtes dykiformes.

L'inclinaison générale vers l'est des couches du Donzérien varie de 5 à 10 degrés. Elles affleurent tout le long du bord oriental de la Montagnette à partir du mas de Guigne. Leur puissance totale peut être évaluée à 150 mètres.

Fig. 2. — Coupe de Boulbon à Frigolet.



A1, alluvions quaternaires; A2, alluvions récentes; C, Cruasien, B, Barutélien; D, Donzérien.

Du côté opposé, le bord oriental du massif est formé par le prolongement des calcaires C (fig. 1 et 2) sur lesquels reposent les couches fossilifères de la coupe 1. Ces calcaires sont un peu marneux et noduleux dans les bancs supérieurs. Plus bas, les bancs sont compacts et plus réguliers, ainsi qu'on peut le voir dans les carrières de la Boissière, près Boulbon ; ils forment une assise rocheuse visible sur environ 50 mètres d'épaisseur. Ils sont aussi extrêmement pauvres en fossiles. J'y ai cependant trouvé le

(1) Dans mon mémoire de 1882, j'avais exprimé l'avis que le récival d'Orgon pouvait appartenir au Cruasien. J'ai reconnu depuis qu'il recouvre des couches à Echinodermes, *Pinna*, *Nautilus plicatus*, *Ammonites* cf. *difficilis*, c'est-à-dire le Barutélien. C'est donc bien au niveau du Donzérien qu'il faut placer l'assise coralligène d'Orgon.

Crioceras Emerici Lév., ce qui, avec la position de ces calcaires sous le Barutélien, donne la certitude qu'ils représentent bien le Cruasien. Ces calcaires rocheux se retrouvent d'ailleurs un peu plus au nord, sur la rive droite du Rhône, sous le Barutélien des Issards à *Echin. Ricordeaui* Cott., et ils sont semblables à ceux de la zone cruasienne qui s'étend de Beaucaire jusque vers Comps et dans lesquels on trouve : *Amm. cultratus* d'Orb. ; *Amm.* cf. *Léopoldi* d'Orb. ; *Amm. cruasensis* Torc.; *Amm. crioceroides* Torc., etc.

En résumé, la Montagnette présente une constitution analogue à celle des massifs urgoniens du Gard et de l'Ardèche et nous y trouvons, bien développées, les trois zones habituelles de cet étage, savoir : une zone rocheuse inférieure C formant son bord occidental et représentant le Cruasien ; une zone marneuse intermédiaire B appartenant au Barutélien ; une zone rocheuse supérieure D représentant le Donzérien, le long de sa limite orientale. Les trois zones plongent vers l'est assez uniformément, cependant le plongement s'accentue le long du bord oriental où le Donzérien disparaît sous les alluvions.

Le bord occidental a été déterminé par des failles de direction N. à N-E. L'une d'elles a formé une falaise exactement rectiligne entre Boulbon et la chapelle St-Julien. Elle se prolonge vers le cabaret Brun et traverse la grande carrière exploitée près de là.

Une autre faille, également remarquable, part de la ferme Sautier au sud de Boulbon et traverse le massif du S-O. au N-E. pour aboutir près de Barbentane (fig. 2).

Les trois zones urgoniennes se retrouvent non loin de là, dans la partie de la chaîne des Alpines comprise entre St-Rémy et Tarascon. On les reconnaît facilement le long de la route de St-Rémy à Maussanne, ou même à distance, les marnes barutéliennes formant sur le versant nord, une large zone blanchâtre comprise entre les affleurements des zones rocheuses du Donzérien et du Cruasien. On constate ainsi que ces zones coupent la chaîne obliquement à sa direction générale, celle-ci étant est-ouest, tandis que la direction des couches est E. 20° S. Il y a là une disposition tectonique remarquable sur laquelle je me propose de revenir, et dont on ne peut guère se rendre compte qu'en l'attribuant aux grandes érosions qui ont eu lieu dans cette partie de la vallée du Rhône.

CONSIDÉRATIONS STRATIGRAPHIQUES SUR LES PLISSEMENTS DE L'OUARSENIS

par **REPELIN** (1).

Le massif de l'Ouarsenis que M. Ficheur a déjà fait connaître par deux intéressantes publications (2) présente un des problèmes géologiques les plus complexes que j'aie eus jusqu'à présent à traiter. L'hypothèse d'un renversement émise par M. Marcel Bertrand dans la séance du 6 avril 1891, avait attiré mon attention et m'avait poussé à examiner avec soin tous les détails qui pouvaient militer en faveur, soit de cette hypothèse, soit de celle d'un contact par falaise, admise par M. Ficheur. D'abord, il m'avait paru difficile d'admettre qu'un dépôt si ancien soit resté sub-horizontal à une pareille hauteur, 1995 mètres, alors que tous les dépôts plus récents sont si relevés et si tourmentés dans le pays environnant. Un autre fait m'avait également frappé, c'est l'absence de toute trace de rivage aux points de contact des dépôts qui se seraient adossés en falaise et du terrain de Lias, ni poudingues ou brèches, ni même aucune ligne nette de démarcation. Il faut remarquer aussi que l'observation faite par M. Ficheur que, soit à l'est, soit à l'ouest de l'escarpement jurassique, où la coupe est complète, ce sont les parties supérieures qui se réduisent les premières latéralement, s'explique sans difficulté par le renversement avec éboulement de la masse liasique sur les bords.

Quand on suit la crête ouest qui aboutit à Sidi Ali Moussa, on s'aperçoit que les bancs jurassiques fossilifères se prolongent vers l'ouest bien plus que ne l'indique le tracé du plan de la mine (Fig. 7, p. 166). Cette correction est indiquée sur la réduction de

(1) Note présentée à la séance du 1er avril 1895; manuscrit remis le 28 mars. Épreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 13 mai 1895.

(2) Géologie de l'Ouarsenis. Sur la présence de la *Terebratula diphya* dans l'Oxfordien (*Association française pour l'avancement des Sciences*. Congrès de Paris, 1889. Séance du 10 août).

ce plan, aa^1 est l'ancien tracé. Il n'y a donc pas là une faille verticale faisant butter le Néocomien contre les assises oxfordiennes, mais renversement du jurassique sur les sédiments crétacés.

L'observation la plus importante et qui me paraît concluante est la suivante. Si l'on part du flanc O.-N.O. où la série est la plus complète et que l'on se dirige en suivant le contact du Jurassique et du Néocomien vers le ravin de l'Oued el Beida situé plus à l'ouest, on ne cesse pas de voir les têtes de couches des deux formations. Or, dans le fond même du ravin, au-dessous de l'Aïn Tolba on a devant soi un escarpement vertical, en certains points même, la partie supérieure surplombe. La coupe peut alors se figurer schématiquement de la manière suivante (fig. 1) et il devient bien difficile de l'interpréter par un adossement en falaise. La ligne de contact pénétrerait en effet dans le massif comme je l'indique dans le croquis et il faudrait admettre ou bien que l'Oxfordien est venu se déposer dans une cavité des calcaires du Lias ou bien qu'il y a eu un déversement au moins partiel de la masse liasique.

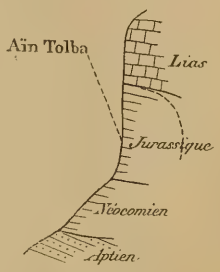


Fig. 1.

Toutes ces observations me paraissent suffisantes pour admettre le renversement des couches.

Il me semble intéressant de faire remarquer que, dans cette hypothèse, tous les faits signalés par les précédents observateurs et qui nous paraissaient un peu extraordinaires, n'ont plus lieu de nous étonner. Ainsi, dans le cas d'un renversement, la présence de fossiles calloviens signalés par Coquand paraît toute naturelle; alors qu'elle semblait extraordinaire dans l'autre hypothèse, puisque la base de la série supposée normale offre déjà les types d'Ammonites de l'Oxfordien supérieur. L'existence du Lias inférieur admise également par le savant professeur n'a pas lieu davantage de nous surprendre, puisque ce n'est plus au dessous mais au dessus des zones fossilifères connues du Lias moyen qu'il faut rechercher ce terrain. J'ajouterai encore que les grès rapportés par M. Ficheur au Corallien trouvent leur place tout naturellement à la base de l'étage callovo-oxfordien, comme les grès rouges du Djurjura suivant l'opinion de M. Pomel, ou peut-être même dans le Bathonien ou le Bajocien.

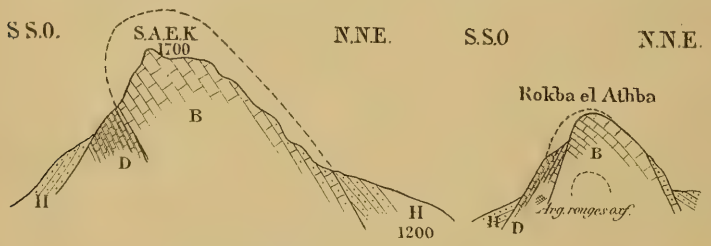
(1) Sur la situation des couches à *Terebratula diphya* dans l'Oxfordien supérieur à l'Ouarsenis (Extrait *B. S. G. F.* Séance du 4 mai 1891.

L'allure du Crétacé autour du massif jurassique ne fait également que confirmer les faits admis. Entre les kefs S^i A.E.K. et le kef S^i Amar, les couches plongent tantôt au nord, tantôt au sud, elles sont très tourmentées, tandis que dans les environs, elles présentent des pendages parfois assez accentués mais réguliers. Dans la coupure même, elles sont verticales et orientées N. 40° E. C'est là encore l'indication d'une poussée postérieure au dépôt des argiles et quartzites (Aptien ou Gault) qui a affecté les deux chainons de S^i Amar et de S^i A.E.K. et qui aurait laissé l'Oxfordien subhorizontal.

Quand on examine la distribution des affleurements oxfordiens par rapport au terrain liasique, on voit qu'ils entourent d'une manière presque complète ce dernier. Le côté N.-E. et le côté E. sont les seuls à ne pas montrer d'affleurements de ces terrains. En tous les points le Lias et l'Oxfordien ont la même situation relative. Il y a donc là un anticlinal ou un dôme renversé dans les trois directions du nord, de l'ouest et du sud. La racine de ce pli est au Grand Pic même, elle est représentée par les dolomies qui se trouvent au centre de l'affleurement et qui plongent dans tous les sens sous les calcaires du Lias. Il faut écarter l'idée d'un grand pli couché provenant de la crête de Belkairet, en raison même de cette allure des dolomies et, de plus, à cause de l'absence de tout affleurement oxfordien autour de ce chaînon où l'on voit l'Aptien (ou Gault) reposer en transgressivité sur le Lias.

L'anticlinal ou dôme de Sidi Amar paraît se rattacher à celui de Dj. S^i A.E.K., mais, d'autre part, le chaînon de Rokba-el-Atba présente une allure et une disposition des couches qui le relie d'une manière évidente à cette même chaîne.

Fig. 2. — Coupe des chaînons de S. A.E.K. et de Rokba el Athba. — Echelle $\frac{1}{20000}$



Même légende que pour la figure 4.

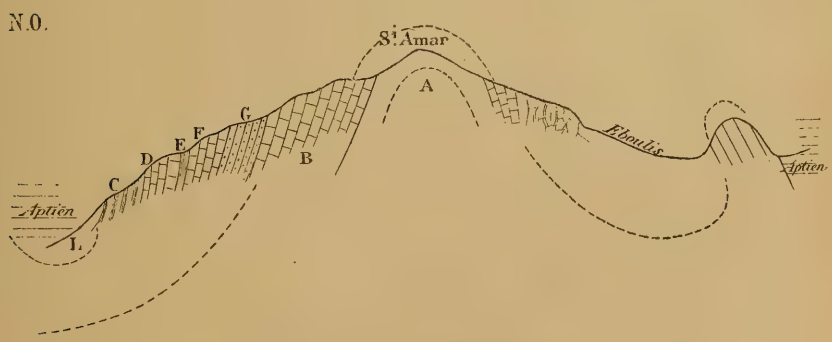
Si nous examinons maintenant les relations du Crétacé avec le Jurassique dans les différents points, nous trouvons que l'Aptien

(et Gault) se trouve en situation normale au nord du Kef Sidi Abd-el-Kader, ainsi qu'au S. E. de Belkairet et autour de Rokba-el-Atba. Il présente en ce point, à sa base, un lit de poudingues à galets jurassiques. Il n'est donc pas douteux qu'à l'époque aptienne les différents ridements de l'Ouarsenis, assurément moins accentués, existaient cependant déjà, et formaient des îles ou des écueils. D'autre part, sur le versant ouest du Grand Pic on voit l'Aptien plonger sous la série néocomienne et jurassique renversée. C'est donc un mouvement postérieur à l'aptien qui a produit le renversement des couches. C'est ce mouvement qui a rejeté au-dessus des couches crétacées très inclinées, entre S.A.E.K. et Rokba-el-Atba, un lambeau subhorizontal de calcaires rognonneux oxfordiens dans le bled Bou-Kaïd.

On voit donc qu'avant la formation aptienne, les plis anticlinaux qui existaient avaient des directions que l'on peut représenter par le schéma des axes de la figure 5, p. 164.

L'Aptien et le Gault se sont déposés ensuite tout autour de ces îlots, comblant toutes les dépressions, entre autres, celle qui existait entre S¹ Abd-el-kader et S¹ Amar. A cette époque, les couches constituantes de l'Ouarsenis devaient offrir la disposition que j'ai représentée dans la coupe suivante :

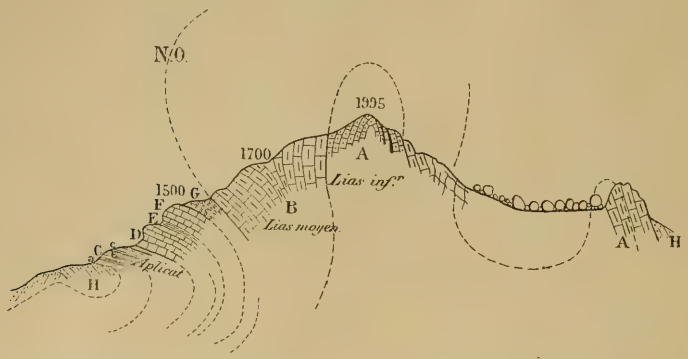
Fig. 3. — Coupe hypothétique de l'Ouarsenis avant le dépôt de l'Aptien.



Même légende que pour la figure 4.

Puis, à une époque bien postérieure, une nouvelle poussée a renversé les couches autour des dolomies du Grand Pic servant de massif résistant, et elles ont pris la disposition définitive indiquée dans la coupe 4.

Fig. 4. — Coupe du Grand Pic et de Belkairet. — Echelle $\frac{1}{50000}$



A. Dolomites du Grand Pic.
B. Calcaires compacts du Lias moyen.
C. Alternances marno-calcaires fossilifères.
D. Calcaires noirâtres.
E. Zone marneuse.
F. Calcaire à silex.
G. Grès et poudingues.
H. Gault et Aptien.
L. Néocomien.

Le tracé des axes anticlinaux et synclinaux nous donne alors le schéma suivant (fig. 5) :

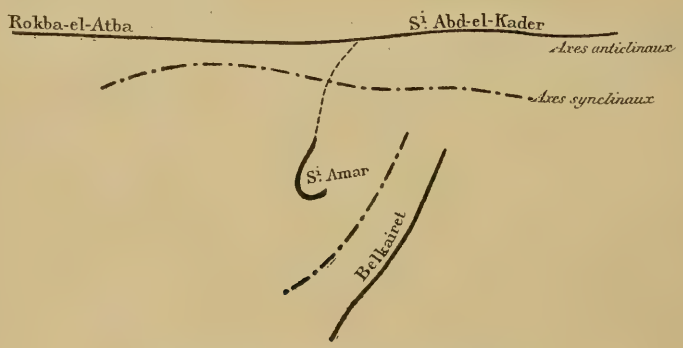


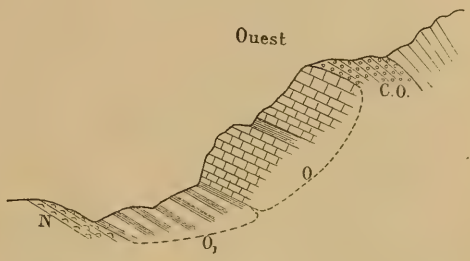
Fig. 5. — Schéma des axes de plissements.

Et, quant à la coupe du côté ouest, donnée aussi par M. Ficheur, elle doit-être modifiée comme je l'indique (fig. 6).

Je dois ajouter que l'on passe de l'ouest au nord sans transition brusque, le facies des derniers bancs oxfordiens n'est pas sensiblement différent de celui des premiers bancs néocomiens, si bien que je ne considère pas comme impossible la présence d'horizons du Jurassique, supérieur à l'Oxfordien. Malheureusement, les fossi-

les sont très rares en ce point, on en a déjà recueilli bien des fois pour des amateurs et je n'ai pas été assez heureux pour en trouver d'autres que ceux signalés par M. Ficheur. Je n'ai même pas retrouvé la *Terebratula dyphya*.

Fig. 6.



N. Néocomien. O. Oxfordien calcaire.
O_1 Oxfordien supérieur, calcaires et marnes. C. O. Callovien ou Bathonien.

En résumé les crêtes de l'Ouarsenis sont le résultat de trois plissements anticlinaux : l'un dirigé sensiblement O.-N.O. O.-S.E., celui de Sⁱ Abd-el-Kader, qui s'est effectué sous l'influence d'une poussée venant du N.-N.E., un autre qui présente une direction N.-E. S.-O., et enfin le troisième, le plus curieux, qui est une sorte de dôme déversé en champignon, sous l'action de forces multiples O.-E et S.-E. N.-O. M. Haug, à qui j'ai eu dernièrement occasion de montrer mes coupes, paraissait accepter avec quelque difficulté le fait d'un dôme déversé sur tout son pourtour. L'absence d'affleurements oxfordiens dans la partie orientale ne me permet pas d'affirmer positivement l'existence du renversement tout autour du piton, mais dans tous les cas une coupe relevée suivant la direction N.O.-S.E. est tout à fait conforme à cette manière de voir. Et de toute façon les couches liasiques ne seraient normales que sur le côté E., ce que l'absence de stratification nette et les éboulis ne permettent pas de voir. Malgré ce point douteux, je suis porté à croire au fait d'un dôme déversé de toutes parts.

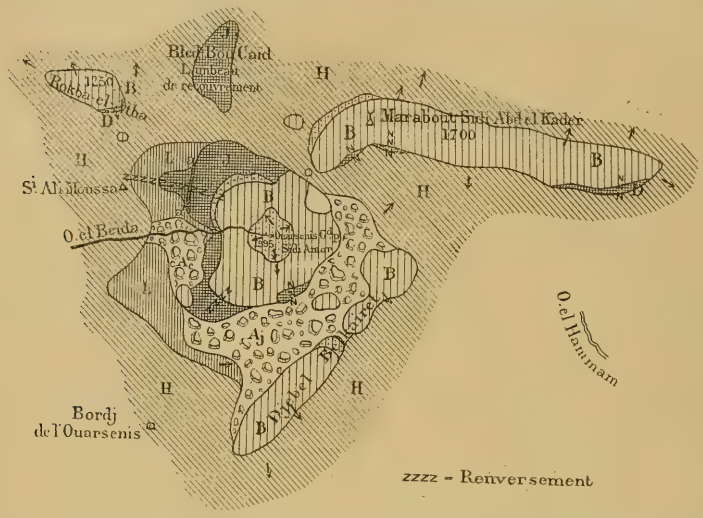
M. Fournier à qui j'ai communiqué ce résultat en a pris connaissance avec d'autant plus de plaisir qu'il avait constaté des faits analogues dans la partie septentrionale de la chaîne de l'Etoile et de Notre-Dame des Anges. Aux environs de Stᵗ-Germain, il a pu voir plusieurs cas d'anticlinaux secondaires déversés sur tout leur pourtour. De même dans la région du N. du massif d'Allauch, le sommet du collet Redon, près de Pitchauris, se présente comme un anticlinal déversé en champignon. M. Fournier se propose de donner sous peu le résultat de ses recherches, avec de nombreuses coupes à l'appui.

Il est intéressant de remarquer, au point de vue de l'orogénie de

la région, que les directions générales des plissements de tout le massif crétacé qui s'étend très loin en tous sens autour de l'Ouarsenis, coïncident d'une manière frappante avec celles que je viens de constater ici. Ces îlots jurassiques ont certainement joué un grand rôle dans les mouvements qui ont affecté ce pays.

J'aurai, sous peu, occasion de revenir sur ce sujet et de montrer que ces anciens ridements ont servi de points résistants contre lesquels sont venus se plisser les terrains crétacés.

Fig. 7. — Croquis-carte du plan de la mine de l'Ouarsenis au $\frac{1}{30000}$



A, éboulis du Jurassique ; Aj, éboulis du Néocomien ; aa', limite primitive du Jurassique et du Néocomien dans le plan de la mine. — Même légende que pour la figure 4. — La lettre J remplace les lettres C.D.E.F. de la légende de la figure 4.

Toutes les observations précédentes ont été recueillies au cours des explorations faites, sous les ordres de MM. Pomel et Pouyanne, dans le but de dresser la carte géologique au $\frac{1}{200000}$ d'Orléansville.

Je suis heureux de pouvoir remercier ici M. Taylor, Ingénieur des Mines, directeur de la mine de l'Ouarsenis (dont le plan est donné à la figure 7), qui m'a offert à plusieurs reprises l'hospitalité et m'a accompagné en divers points du Grand Pic. Je remercie également M. Ghizen, qui m'a reçu comme un ami, ainsi que les autres membres du personnel de la Mine, sans oublier M. Prouzet, qui connaît si bien les gisements fossilifères et m'a donné de nombreuses indications.

ALLOCUTION PRÉSIDENTIELLE

PRONONCÉE DANS LA SÉANCE GÉNÉRALE DU 18 AVRIL

par **J. GOSSELET.**

Messieurs,

Votre règlement veut que le Président de l'année écoulée sorte de sa retraite dans cette séance générale, pour donner, en votre nom, un dernier souvenir à ceux que la mort vient de séparer de nous.

Notre Société a été bien cruellement éprouvée cette année. Nous avons perdu douze membres, dont plusieurs laissent dans la science un vide irréparable et complètement inattendu. Qui d'entre nous n'a été frappé de stupeur en apprenant les morts soudaines de Mallard et de Cotteau, nos anciens présidents. Mallard, que ses travaux cristallographiques avaient placé au premier rang des minéralogistes; Cotteau, dont le nom est inséparable de toutes les études faites, depuis quarante ans, sur les oursins. Des voix compétentes et amies vont vous retracer la vie et les travaux de nos deux illustres confrères.

Mais il appartient au Président de se faire l'interprète de la reconnaissance de la Société envers M. Cotteau. Il nous a légué, par testament, une somme de 3,000 francs, en nous laissant le soin d'en disposer au mieux des intérêts de la science et de la Société. Comme Président et membre du Conseil, il avait été témoin, à plusieurs reprises, de nos petits embarras financiers et de l'impossibilité où nous nous trouvons de publier tous les travaux qu'on nous présente. Il a voulu nous continuer, après sa mort, l'amicale sollicitude qu'il nous avait montrée pendant sa vie. La Société inscrira précieusement son nom parmi ses plus généreux donateurs.

Un ami et élève de M. Rames, le savant géologue d'Aurillac,

tient à honneur de lui témoigner sa reconnaissance en rappelant ses titres scientifiques.

Tous les membres de notre société ne peuvent pas aspirer à laisser des noms aussi vivants dans les annales de la Géologie. Pour plusieurs notre Bulletin ne conserve que la trace de leur adhésion et celle de leur mort. Nous ne leur en devons pas moins un reconnaissant souvenir. Notre Société ne s'ouvre pas seulement aux géologues de profession ; elle fait appel à tous ceux qui aiment notre science et qui veulent concourir à son développement. D'autres publications ont pu recevoir leurs travaux ; presque tous en outre ont réuni des collections, qu'ils ont mises généreusement à la disposition des descripteurs.

Dans notre longue liste nécrologique nous devons inscrire, outre les noms précités, ceux du R. P. Bazin, auteur d'un mémoire sur les Echinides miocènes de Bretagne, de MM. Barnéoud, Beaudouin, Depierres, Jean Kœcklin, Le Coz, Pillet et Virlet d'Aoust.

M. Beaudouin était entré dans la Société en 1842. Déjà il travaillait à l'œuvre qui conservera son nom en géologie, la carte géologique de l'arrondissement de Chatillon-sur-Seine.

Il n'était pas seulement un collectionneur et un stratigraphe expert; il envisageait volontiers la géologie dans ses rapports avec les autres sciences. Il lut à la réunion extraordinaire de Chambéry, en 1884, un mémoire sur les applications de la géologie à l'agriculture, à l'industrie et à l'hygiène. Il semble que ce mémoire est écrit d'hier, sous l'inspiration des pensées qui animaient la Société, lorsqu'elle réclamait en faveur de l'enseignement géologique. Il montre l'action exercée par la nature du terrain sur les phénomènes météorologiques, sur les brouillards, sur les orages, etc.; il examine l'influence de la composition du sol sur sa valeur agricole, sur la constitution physique des habitants, sur la distribution des peuples primitifs. Tout cela, il le fait, en prenant des exemples dans la contrée qu'il a si bien étudiée.

M. Louis Pillet, avocat à Chambéry, appartenait à la Société géologique de France, depuis que la Savoie était devenue française. Comme don de joyeuse entrée, il apporta la découverte des Nummulites dans des grès qu'Elie de Beaumont et Sismonda croyaient liasiques et Scipion Gras anthraxifères.

Avec Lory, il guida la Société géologique de France dans la

célèbre excursion de St-Jean-de-Maurienne (1861), qui fit faire tant de progrès à la géologie alpine. Ce fut alors que les grès à anthracite et les schistes à végétaux furent séparés du Lias et que, selon l'expression du Président, le vénérable Studer, on démontra la parfaite concordance de la paléontologie avec la géologie. Ce fut alors que l'on découvrit la constance dans les Alpes de l'horizon à *Avicula contorta*, destiné à devenir un repère précieux au milieu des plis et des renversements de ce grand massif montagneux.

Quatorze ans plus tard, L. Pillet conduisait la Société géologique aux environs de Chambéry. Là aussi, il avait résolu une des questions géologiques qui furent les plus discutées en France dans le dernier quart de ce siècle. Il venait de découvrir dans la vigne Droguet, sur la colline du Lemenc, près de Chambéry, un banc de calcaire corallien, un véritable récif avec *Hemicidaris crenularis*, *Glypticus*, *Terebratula janitor*, superposé à des calcaires à *Amm. lithographicus* et *Terebratula diphya*. En vain Hébert prétendit-il que les premiers fossiles étaient remaniés, les géologues qui étaient avec Pillet admirent ses conclusions, tant elles étaient évidentes. Il était donné à Pillet d'avoir raison contre les maîtres de la science.

Une troisième fois, en 1885, il dirigea les excursions en Savoie. La Société doit une reconnaissance particulière aux géologues qui veulent bien guider et organiser ces excursions, qui sont un des actes les plus caractéristiques de notre vie intellectuelle.

Nous avons perdu en Virlet-d'Aoust notre plus ancien membre et l'une des figures les plus originales de la Société. Théodore Virlet, né à Avesnes, fit ses études aux Ecoles des Mines de Saint-Etienne et de Paris. Il alla, en 1872, diriger la mine de charbon de Saint-Georges et Concurçon. Il en fit l'objet de son premier travail, établissant que ce charbon, comme celui du Sablé, appartient au terrain dit alors antraxifère ; il le déduisait de sa liaison avec les roches calcaires et schisteuses anthraxifères, et de ce qu'il est recouvert en stratification discordante par le terrain houiller du bassin des Minières.

En 1829, lorsque le gouvernement organisa, sous le nom d'Expédition de Morée, une exploration scientifique des terres de la mer Egée, Virlet et Boblaye y prirent part comme géologues. Ils rédigèrent à cette occasion un grand travail sur la géologie de la Grèce et des îles de l'Archipel grec.

En 1850, Virlet alla exploiter des mines d'argent au Mexique. Il

y séjourna jusqu'en 1855, parcourant le pays dans tous les sens. Il publia dans notre Bulletin une notice sur la topographie et la géologie du Mexique et de l'Amérique centrale, où l'on trouve des vues très intéressantes sous le rapport géographique. De ses divers voyages, il rapporta de nombreuses observations qui servirent de base à presque toutes ses communications.

Virlet fut reçu membre de la Société géologique, le 7 avril 1831, alors que nous n'avions pas encore un an d'existence. Dès lors, lorsque ses voyages ne l'éloignaient pas de Paris, il prit une part active à nos séances et à nos discussions.

Né à l'aurore de ce siècle, il semble avoir conservé l'empreinte des siècles passés. Voici le titre textuel d'une note qu'il a insérée dans notre Bulletin : « Idées nouvelles sur la nature des comètes et la formation de leur queue, les aréolithes, l'origine de la terre et des planètes, la formation des montagnes, les cratères de soulèvement, le soulèvement de la Suède, etc. » Ne se croirait-on pas à l'époque où écrivait Bernard Palissy.

Virlet représente bien le type de beaucoup de géologues de son époque, voulant tout expliquer, basant des conceptions générales sur quelques observations isolées, crédules et enthousiastes, n'ayant pas encore l'expérience des vicissitudes de l'opinion scientifique. Plus que tout autre, il fut grand brasseur de théories, confondant avec la plus entière bonne foi ce qu'il avait lu et entendu avec ce qu'il avait lui-même observé ou imaginé. Au milieu de beaucoup d'idées que l'on peut se borner à qualifier d'originales, il eut des aperçus qui devançaient son époque.

Il appartenait à cette catégorie d'hommes précieux pour animer les séances des Sociétés, qui expriment leur opinion sur tous les sujets. Il discutait la nature zoologique des animaux qui ont produit les empreintes de pas d'Hildeburghausen, et la place des *Psaronius* parmi les végétaux, avec la même confiance qu'il apportait à expliquer la formation du granite, l'âge des couches tertiaires des Pyrénées ou les récits géographiques des anciens grecs.

Il serait beaucoup trop long de citer les idées innombrables qu'il a émises à nos séances ou dans notre bulletin, je n'en retiendrai que quelques points de première importance, vivement discutés il y a un demi-siècle.

Il prit une part active à la discussion des cratères de soulèvement. L'étude de l'île de Santorin l'avait conduit à admettre qu'elle ne pouvait être en aucune manière un cratère de soulèvement comme le croyait de Buch, sans l'avoir vu. Il fut conduit à examiner les

autres exemples donnés par l'illustre géologue allemand. Il en conclut que ni Ténériffe, ni Palma n'étaient pas davantage des cratères de soulèvement.

En 1834, il lut à la Société une description des sources d'asphalte et de bitume de la Grèce. Il combattit l'opinion qu'elles doivent être attribuées à une distillation lente d'une couche de houille. Car les mines de Zante, par exemple, ont fourni depuis Hérodote une quantité de pétrole qui n'aurait pu être produite que par 174 millions de quintaux de houille. Que serait-ce, ajoute-t-il, du cube de houille nécessaire pour alimenter les mines de Bakou et autres. Il admet donc que les sources de pétrole sont en relation avec les phénomènes volcaniques.

Il était alors un ardent plutoniste, puisqu'il attribuait certains dépôts d'hématite et de limonite de l'île de Mycone, à des coulées métalliques analogues aux coulées volcaniques.

Mais, dès 1835, il devint adepte du métamorphisme qu'il appelait, selon son style moyen-âge, la transmutation des roches.

Non-seulement il admettait la transformation des trachytes en alunites, des argiles subappennines en cimolites, des calcaires en gypses, mais il allait encore dans son imagination chauffée, comme il le disait, au soleil de la Grèce, jusqu'à prétendre que les trachytes porphyroïdes avaient été primitivement à l'état soit d'arkose, soit de couche ponceuse, les ophites des Pyrénées à l'état de marnes irisées, les porphyres de Lessine auraient été des grès, le gneiss des schistes argileux, le granite des conglomérats.

Il finissait par s'écrier triomphalement : « Il n'y a plus de roches primitives, il n'y a pas de roches plutoniques. ». Exagération évidente de théories que nous avons vu se reproduire plus tard avec plus de discrétion et avec des appuis plus scientifiques.

Quelques-uns des arguments qu'il donnait sur l'origine sédimentaire du granite méritent l'attention. « Le granite de Vire devait, pensait-il, provenir d'un conglomérat analogue au conglomérat houiller, parce que les taches noires qu'on y remarque sont, non pas comme beaucoup le croyaient alors, des accidents de ségrégation, mais bien des fragments de roches préexistantes ».

Sur cette conception puisée sur le quai de débarquement du granite de Bretagne, il se mit à parcourir les rues de Paris par la pluie en étudiant les trottoirs de granite. Rue de Grenelle-St-Germain, 77, il trouva une preuve manifeste en sa faveur. On y voyait empaté dans le granite un galet de schiste traversé par un filon de quartz qui s'arrêtait à la périphérie du galet. Il a fallu près de 50 ans

et les travaux de M. Barrois sur la Bretagne, pour que l'antériorité des inclusions granitiques à la roche elle-même fût incontestablement admise.

L'agent du métamorphisme était d'abord pour lui uniquement la chaleur et les émanations volcaniques. Après une lecture de Scherer sur la formation du granite sous l'eau et sous une forte pression, il se déclara partisan du rôle de l'eau dans le métamorphisme. Mais, là encore, son imagination néo-grecque l'emporta. A ses yeux, c'est l'eau de pluie qui produit le métamorphisme.

Les collines mexicaines sont formées de terrain crétacé argileux surmonté de trachyte ; donc les argiles se sont peu à peu transformées en trachyte sous l'influence des eaux météoriques.

Cette théorie métamorphique, évidemment absurde dans son application, provient d'une conception dans laquelle Virlet devance son époque, en exagérant des idées qui avaient déjà été émises, mais qui n'étaient pas et qui ne sont pas encore entrées pleinement dans la science.

Pour lui la transmutation des roches était spécialement due à des mouvements moléculaires intérieurs, à des transports au milieu de la roche massive.

C'est de cette manière qu'il expliquait aussi les concrétions, les silex, etc. Le quartz carrié du Taygète provient, selon lui, de ce qu'une partie de la silice a disparu, entraînée dans un voyage à travers la roche.

Il ne s'est pas exprimé catégoriquement sur la cause du mouvement moléculaire. Lorsqu'il était plutoniste, il se contentait de la chaleur. Plus tard, il fit appel aux courants électriques et Becquerel ne trouva pas de plus chaud partisan. Il indiqua bien aussi l'eau de roche comme pouvant jouer un rôle, mais il n'alla pas assez loin dans cette voie. L'heure des transports par dissolution n'était pas encore sonnée.

Ses études sur les concrétions l'amenèrent à s'occuper des oolites soit calcaires, soit ferrugineuses ; l'originalité excessive de ses explications est telle qu'il est préférable de ne pas les mentionner.

Un géologue qui avait séjourné en Grèce et au Mexique ne pouvait être indifférent aux tremblements de terre. A plusieurs reprises il les signala, les décrivit et en chercha la cause. Ses dernières communications à la Société eurent lieu à la suite des tremblements de terre de l'Andalousie. Il les attribuait à une suite de décharges électriques entre deux fragments terrestres imprégnés l'un d'électricité positive, l'autre d'électricité négative.

Une des questions qui préoccupaient les géologues en 1830 était celle du remplissage des cavernes. Virlet avait observé en Morée des cavernes dont les sédiments étaient tout récents, puisqu'on y trouvait des poteries ; il avait reconnu qu'elles étaient en rapport avec les gouffres par où s'écoulaient les eaux pluviales des grandes plaines fermées de la Grèce. Il admet en conséquence que le limon et les ossements des cavernes ont été apportés par des eaux pluviales.

L'origine des cavernes l'avait aussi préoccupé. Il avait étudié la grotte de Sillaka dans l'île de Thermia, qui est creusée dans les phyllades. Il en conclut que les grottes ne sont pas le résultat de dissolution par des eaux souterraines, mais sont plutôt produites par des dislocations, des plissements et des refoulements. Il insistait sur ce fait que les cavernes, même les cavernes calcaires, existent surtout dans les contrées où les couches sont disloquées. Il expliquait très bien comment des couches supérieures glissent sur les couches inférieures, s'en décollent et s'élèvent en forme de voûte plus on moins aiguë. Il n'en cite pas d'exemple, mais on peut en voir un très curieux à Tilff, près de Liège. Il faut ajouter qu'il admettait l'élargissement des cavernes par des émanations gazeuses, des eaux thermales, et pour les cavernes calcaires par des eaux ordinaires.

Il faut enfin signaler l'hypothèse émise en 1857 sur l'origine éolienne du limon qui enveloppe les chaînes volcaniques du Mexique et qui s'étend jusqu'à la limite de la végétation, atteignant presque 100 mètres d'épaisseur. Là encore il était en avance sur son époque.

N'avais-je pas raison de vous dire que par sa participation active à la vie intérieure de notre Société, Virlet méritait plus qu'une simple mention nécrologique.

Il était devenu membre à perpétuité en 1892 ; il nous avait donné tout ce qu'il possédait : sa bibliothèque.

Avec Virlet-d'Aoust, nous sommes remontés jusqu'à la première année de notre Société. Permettez-moi de franchir cette date et de vous dire quelques mots de la Société avant sa naissance.

Un soir de 1829 que Constant Prévost avait chez lui son beau-frère Jules Desnoyers et son ami Deshayes, il leur fit la proposition de fonder une Société libre de géologie, société ouverte à tous, où l'on pourrait discuter toutes les questions sans avoir à passer par un jugement et un rapport académique.

Quelques mois furent employés à recevoir des adhésions. Le 17 mars 1830, il y eut une première réunion sous la présidence d'Ami Boué, où l'on vota le règlement de la nouvelle Société.

On connaît ce règlement sage, libéral, que 60 ans de pratique ont à peine effleuré et qui a servi de modèle à presque toutes les sociétés scientifiques créées depuis lors.

La Société géologique a joué et joue encore un rôle prépondérant dans le progrès de la géologie en France. Mais elle se consacre entièrement à la science pure, et s'occupe fort peu des applications. Ce n'était pas ce qu'avait rêvé Constant Prévost. On trouve dans ses notes un projet incomplet, mais intéressant par son originalité.

La Société devait réunir des collections et une bibliothèque; publier un dictionnaire géologique et minéralogique de la France, un dictionnaire des localités citées par les géologues, des catalogues de minéraux, de roches, de fossiles; des hauteurs déterminées géométriquement ou barométriquement, enfin un bulletin trimestriel et des mémoires.

Pour subvenir aux dépenses nécessitées par ces publications, la Société eut fait des analyses; elle eut donné des avis motivés, des conseils; elle se serait chargée de traductions et de rapports; elle eut communiqué des plans, cartes, dessins; enfin, elle devait vendre les objets en double de ses collections.

Chaque membre de la Société devait par an une cotisation de 100 francs qu'il pouvait acquitter soit en argent, soit en dessins, traductions, renseignements, échantillons pour collections, etc.

Afin d'obtenir un premier fonds, on aurait créé 200 actions de 25 francs attribuées aux premiers fondateurs, à raison de 10 actions par personne. Elles auraient été remboursées sur les souscriptions ultérieures et sur une moitié des profits de la Société. L'autre moitié aurait servi à donner des dividendes aux actionnaires.

Certainement la conception que nous révèle ce projet n'est pas celle que nous nous faisons d'une société savante. La jonction d'une académie à une sorte d'agence commerciale ne paraît guère pratique. Il est difficile que l'intervention de la Société dans les questions industrielles n'arrive pas à léser les intérêts de quelque sociétaire et ne soit une cause de dissentiment et de rupture.

Heureusement pour la Société géologique, les amis auxquels s'adressa Constant Prévost, étaient tous des savants. Ils s'inspirèrent de ses idées pour les règles de liberté et d'égalité qui devaient présider aux travaux de la Société, mais ils éliminèrent complète-

ment la partie commerciale ; néanmoins ils accédèrent à son désir d'indiquer les applications de la géologie parmi les buts que devait se proposer la nouvelle Société.

Le procès-verbal de la première séance reflète très bien cette préoccupation. Il y est dit que la Société aurait pour objet de contribuer aux progrès de la géologie et de favoriser spécialement en France l'application de cette science aux arts industriels et à l'agriculture.

Nous retrouvons ces idées dans le discours que Constant Prévost fit au nouveau roi Louis-Philippe, en lui présentant, comme Vice-Président, la Société géologique le 25 août 1830.

Après avoir parlé des principes libéraux de la société et de son organisation, Constant Prévost exposait son but : « Dans tous les temps, l'histoire des révolutions que notre planète a éprouvées et la recherche des causes qui les ont produites ont excité un intérêt puissant, mais aujourd'hui c'est moins comme science spéculative que comme science éminemment utile par ses nombreuses applications aux arts, à l'industrie et à l'agriculture que la géologie, devenue positive, a fait depuis peu d'années tant de prosélytes dans le public éclairé.

» En effet, ce sont les documents fournis par la connaissance exacte de la structure du globe, qui guident le mineur, l'agriculteur, le fabricant dans la recherche et l'extraction des substances qu'ils doivent employer et que la terre renferme dans son sein.

» C'est au géologue que demande des instructions préliminaires, indispensables, le sondeur habile qui, au moyen de procédés ingénieux, va chercher dans les profondeurs et ramener à la surface du sol une eau salutaire destinée à fertiliser des campagnes stériles et à doter des contrées pauvres de riches établissements industriels ».

Le résultat le plus direct de la visite faite par la Société géologique au Gouvernement de 1830, fut la création du cours de géologie à la Faculté des Sciences de Paris. La géologie entrait par là dans l'enseignement supérieur.

A la suite d'une lettre de notre collègue, M. de Rouville, nous avons aussi fait une démarche auprès des pouvoirs actuels pour plaider la cause de notre belle science, injustement sacrifiée dans les programmes d'études des divers enseignements.

Les arguments qui nous ont servi pour défendre notre œuvre sont les mêmes qu'en 1830, accrus de tous ceux qui découlent des progrès de la science pendant trois quarts de siècle.

Puisse notre visite avoir le même succès ! Mais n'oublions pas

que le pouvoir suprême actuel, c'est l'opinion publique. C'est auprès d'elle qu'il faut plaider pour la géologie, en lui en parlant en toutes occasions et en lui en montrant les conséquences pratiques et philosophiques.

Les travaux des géologues éminents dont on va vous entretenir sont bien faits pour attirer à notre science les sympathies de tous ceux qui pensent et de tous ceux qui ont quelque souci du progrès industriel et agricole.

RAPPORT SUR LE PRIX FONTANNES (1)

par **MUNIER-CHALMAS.**

La Commission chargée d'accorder pour la quatrième fois le prix Fontannes a pensé que, parmi beaucoup de travaux stratigraphiques d'une très grande valeur, l'ouvrage sur les terrains tertiaires de la Bresse de MM. Delafond et Depéret devait plus particulièrement attirer son attention.

Comme on le sait, dans ce travail, les études des deux collaborateurs se trouvent intimement liées l'une à l'autre par leur nature complémentaire ; la Commission se serait trouvée dans un cruel embarras, si les auteurs n'avaient pris soin de délimiter eux-mêmes la part respective qui revient à chacun d'eux, en disant dans leur préface : « Notre travail comprend deux études étroitement fondues l'une dans l'autre, l'étude stratigraphique qui a été traitée par M. Delafond, et l'étude paléontologique qui l'a été par M. Depéret ».

La Commission, après deux délibérations, a jugé que dans ces conditions le prix Fontannes de stratigraphie pouvait être attribué à M. Delafond. A ce propos, il est de toute justice de rendre à M. Depéret l'hommage qui lui est dû pour le concours qu'il a apporté à l'œuvre commune, et de rappeler que si M. Dépéret a déjà eu l'honneur de recevoir de l'Académie des Sciences le prix Fontannes de paléontologie, par une coïncidence des plus heureuses son collaborateur reçoit de la Société Géologique de France le prix Fontannes de stratigraphie, comme récompense de ses longues et patientes recherches.

L'important et remarquable travail de MM. Delafond et Depéret nous montre, pendant la période tertiaire, la formation et les modifications successives de la grande cuvette bressane. Cette cuvette, déjà ébauchée aux époques éocène et oligocène, se dessine avec plus de netteté pendant le Miocène ; par suite d'une évolution progressive, elle se transformera, durant le Pliocène inférieur, en un grand

(1) Lu dans la séance générale du 18 avril.

lac dont trois phases principales ont pu être retracées, grâce aux données stratigraphiques et paléontologiques.

Le grand lac bressan, d'abord peu étendu, atteindra son maximum d'extension pendant la phase moyenne de son existence, pour subir une régression très accentuée durant la troisième phase; par suite du remplissage de la cuvette et de mouvements orogéniques, cette dernière phase se termine par l'assèchement du lac.

Durant le Pliocène moyen, les fleuves descendant des hauteurs ne se trouvent plus arrêtés par les eaux du lac, et s'étendent sur la plaine bressane, en creusant leur lit dans les assises du Pliocène inférieur; le régime fluviatile se substitue définitivement au régime lacustre. C'est ainsi que dans une coupe schématique, l'existence respective des anciennes vallées du Rhône et de la Saône est très bien mise en évidence; la vallée de la Saône avec ses sédiments fins provenant des Vosges, la vallée du Rhône avec ses galets arrivant des régions alpines, offrent déjà un contraste remarquable.

Les dépôts fluviatiles, qui se continuent ainsi dans le temps jusqu'à l'époque actuelle, montrent de magnifiques exemples de ravinements successifs.

L'expression des différentes phases qu'a dû subir la cuvette bressane depuis l'époque pliocène est très bien rendue par la coupe schématique qui intéresse la vallée du Rhône et celle de la Saône, et l'on assiste graduellement aux modifications successives qui amèneront la configuration du relief actuel de la Bresse.

La Commission, en accordant le prix Fontannes de stratigraphie à M. Delafond, a très justement récompensé les importantes recherches que cet auteur a faites sur la Bresse pendant de longues années, recherches qui ont contribué puissamment à jeter une vive lumière sur la constitution si difficile et si complexe de cette grande région naturelle.

ÉLOGE

D'ERNEST MALLARD

par **P. TERMIER** (1).

Le 6 juillet 1894, à Paris, subitement et sans que rien eût fait prévoir ce dénouement prématuré, un homme mourait, qui était l'orgueil du Corps des Mines et l'honneur de la Science française. Ce qu'ont fait : pour l'optique physique, Fresnel ; pour le magnétisme et l'électricité, Maxwell ; pour la géologie, Edouard Suess, cet homme l'avait fait, en moins de vingt années, pour la cristallographie et la minéralogie. Il avait renouvelé la face de ces deux sciences et ouvert à l'activité de leurs adeptes d'immenses domaines jusqu'alors inconnus ou à peine entrevus. Aussi, quand, au lendemain de sa mort, la Société française de Minéralogie fit graver en lettres d'or, au plafond de la salle de ses séances, le nom de ce savant, le nom d'Ernest Mallard, à côté des noms à jamais célèbres d'Haüy, de Romé-de-l'Isle et de Bravais, nul ne trouva que ce grand hommage fût exagéré, ni que l'on eût pu donner un plus digne compagnon aux trois illustres fondateurs de la cristallographie.

La minéralogie est liée si intimement à la géologie, elle lui fournit, sur la nature et la genèse des matériaux qui constituent l'écorce du globe, de si précieuses lumières ; elle lui prête, depuis vingt ans surtout, un tel concours pour l'étude des roches cristallines, qu'alors même que Mallard ne se fût jamais occupé de géologie, aucun géologue, à plus forte raison aucun pétrographe, n'ignorerait son nom, ne serait indifférent à son œuvre. Mais Mallard a d'autres titres, qui, depuis longtemps déjà, l'ont signalé à votre attention, et qui le rappellent aujourd'hui à votre pieux souvenir. Pendant la première partie, on pourrait presque dire la première moitié, de sa carrière scientifique, il a appartenu à la géologie beaucoup plus qu'à la minéralogie. Avant d'être le plus

(1) Lu dans la séance générale du 18 avril.

illustre de nos cristallographes modernes, il a été l'un de nos meilleurs géologues. C'est à la géologie qu'il a dû ses premiers enthousiasmes de naturaliste, ses premières joies de chercheur. C'est en travaillant *sur le terrain*, comme nous disons, en appliquant sa puissante intelligence aux difficiles problèmes de la séparation des roches granitiques, ou de la stratigraphie des assises cristallophylliennes, qu'il a développé, vous savez jusqu'à quelle mesure vraiment rare, ses qualités naturelles : la perspicacité et la précision dans l'observation, la sagacité dans l'interprétation, la rigueur dans le raisonnement. Il était membre de notre Société depuis 1857 ; et chacun de nous se rappelle combien, depuis son retour à Paris en 1872, il était assidu à nos séances, quelle part il prenait, avec sa modestie et sa courtoisie habituelles, à toutes les discussions qui touchaient à la géologie générale ou à la pétrographie. En 1885, la Société Géologique le désigna comme son président. A cette époque, ses travaux cristallographiques l'avaient rendu célèbre dans le monde entier ; les portes de l'Académie des Sciences allaient s'ouvrir devant lui : mais je ne sais si les suffrages de ses confrères de la Société Géologique, qui l'appelaient à l'honneur de la présidence, allaient au cristallographe désormais illustre, ou s'ils ne visaient pas plutôt l'excellent géologue que Mallard avait été et qu'il demeurait malgré tout.

Mallard était né le 4 février 1833, à Châteauneuf (Cher). Élève de l'École polytechnique, puis de l'École nationale supérieure des Mines, il prenait rang en 1856 parmi les ingénieurs des mines. En 1859, il fut nommé professeur à l'École des Mines de St-Étienne : il y resta treize ans, de 1859 à 1872, et y enseigna simultanément la géologie, la minéralogie et l'exploitation des mines. Ce triple enseignement décida de sa vie tout entière : car il fut successivement géologue et minéralogiste, sans jamais cesser de s'appliquer aux problèmes les plus délicats de l'industrie minière.

Pendant cette période de treize ans, il fut surtout géologue. Des trois cours dont se composait son enseignement, le cours de géologie avait visiblement ses préférences. Ses anciens élèves de St-Étienne, dont plusieurs sont devenus des maîtres (qu'il me suffise de citer parmi eux notre éminent confrère, M. Henri Fayol), n'ont pas oublié l'enthousiasme de leur jeune professeur, l'éloquence entraînante avec laquelle il racontait l'histoire de la Terre, la beauté des digressions philosophiques où il se laissait aller parfois, l'art véritablement consommé qui présidait à l'ordonnance de son cours tout entier, et qui lui permettait, tout en restant très élémen-

taire, d'initier ses élèves aux questions les plus nouvelles, les plus difficiles et les plus controversées de la science. L'amphithéâtre ne lui suffisant pas, il avait institué des excursions géologiques, sur le modèle de celles de l'École des Mines de Paris, et il conduisait ses élèves avec un entrain incomparable, quelquefois très loin de St-Étienne. On se souvient encore à l'École d'une course géologique dans le massif de la Chartreuse, où la pluie, hélas, fut du voyage, mais où, malgré la pluie, la *furia geologica* qui, de l'âme du professeur, était passée aux âmes des élèves, ne se démentit pas un seul instant.

De 1859 à 1867, Mallard consacra neuf étés à l'exécution de la carte géologique au 80.000e des départements de la Haute-Vienne et de la Creuse. L'œuvre était difficile et ingrate, à une époque où la pétrographie ne possédait pas encore les ressources dont l'a dotée l'usage du microscope polarisant. Du pays lui-même, on ne savait rien, sinon qu'il était de granite et de gneiss. La séparation de ces roches, telle qu'elle figurait sur la carte de Dufrénoy et d'Elie de Beaumont, était évidemment insuffisante. Quant à l'étude détaillée des roches granitiques en elles-mêmes, un seul homme l'avait encore tentée en France avec quelque succès : Grüner, dans sa description géologique du département de la Loire.

Le premier soin de Mallard fut de séparer les schistes des gneiss et ceux-ci des roches granitiques. Il comprenait en effet que cette séparation devait être définitive, quel que fût d'ailleurs le sort de ses idées théoriques touchant les relations des gneiss et des schistes, ou des gneiss et des granites. Ses cartes sont très parfaites à ce point de vue, et les contours qu'il a donnés à ces trois sortes de terrains n'auront guère besoin d'être révisés. J'ajoute qu'à Mallard revient l'honneur d'avoir, le premier, distingué des gneiss ordinaires, les leptynites qui jouent un si grand rôle dans la constitution de la partie ouest du Plateau Central.

Il s'attacha ensuite à séparer les diverses variétés de granite, et il aboutit à cette conclusion qu'il y a, dans la Haute-Vienne et dans la Creuse, quatre sortes de granite, dont il donne ainsi qu'il suit, l'énumération et la définition.

La *granite schistoïde ancien* (gneissite de Cotta), passant au *granite gneissique à deux micas* (granit de G. Rose) et généralement caractérisé par la présence simultanée du mica noir et du mica blanc.

Le *granite pinitifère à mica noir*, qui est la roche dominante dans la Creuse. C'est le granitite de G. Rose, le granite des Ballons de Delesse, le granite du Forez de Grüner. Il renferme moins de silice

que le précédent, et s'en distingue encore par l'absence du mica blanc, l'abondance du feldspath triclinique, et la fréquence de la cordiérite altérée (pinite). On trouve ce granite en filons dans le granite schistoïde, mais surtout en masses régionales.

Le *granite à mica blanc*, caractérisé par l'absence totale de la schistosité, la rareté du mica noir, la fréquence de la tourmaline. Ce granite est souvent en relation avec des gîtes stannifères (Vaury, Montebras) : il forme des montagnes saillantes (chaînes de Blond) et se rattache intimement à la pegmatite filonienne.

Enfin le *granite à deux micas à grains fins*, caractérisé par la présence simultanée du mica noir et du mica blanc, la structure grenue à grains fins, la décomposition en fragments parallélipipédiques. Il forme de puissants filons saillants qui dessinent des monticules allongés et traversent le granite gneissique et le granite pinitifère.

On voit que Mallard a très nettement séparé du granite à mica noir (notre granite actuel) les granites à mica blanc ou à deux micas que nous appelons aujourd'hui les granulites. En outre, il a parfaitement saisi les relations qui existent entre les granulites et les pegmatites. Son granite à deux micas à grains fins n'est qu'une granulite spéciale. Quant à son granite schistoïde, il est, pour une forte part, à rattacher aux gneiss granulitiques. Peut-être la partie restante doit-elle être considérée comme un gneiss granitoïde, plus ancien que tous les autres gneiss de la région, assimilable par conséquent à nos gneiss à cordiérite du Mont-Pilat et du Lyonnais.

Après avoir ainsi séparé les granites, Mallard porta son attention sur la série porphyrique, où il distingua quatre sortes de roches :

Le *porphyre granitoïde*, renfermant peu de pâte, un feldspath triclinique abondant, du mica noir ;

Le *porphyre quartzifère*, contenant une pâte très visible, de l'orthose en grands cristaux, du quartz cristallisé, généralement sans mica visible ;

L'*eurite quartzifère*, dont la pâte est encore plus développée que dans la précédente variété, et contenant du feldspath très peu cristallin, du quartz en petits cristaux ou en veines irrégulières ;

Le *porphyre trachytoïde*, caractérisé surtout par la texture bréchiforme et la présence d'un orthose vitreux et fendillé (sanidine). A ces derniers porphyres, Mallard a rattaché certains conglomérats remarquables que l'on rencontre aux environs de Rochechouart.

Dans cette énumération les trois premières catégories ont été

créées à l'imitation des types décrits par Grüner. Les porphyres quartzifères sont des *microgranulites* ; les eurites, des *microgranulites* ou des *porphyres globulaires*. Seule, la catégorie des porphyres granitoïdes devra être complètement révisée. Il est probable que les roches groupées sous cette rubrique se partageront en granites, microgranulites, kersantites, orthophyres, tufs orthophyriques ou microgranulitiques.

Outre les granites et les porphyres, Mallard a encore distingué les *diorites* et les *serpentines*. Une grande partie de ses diorites paraît devoir être attribuée à une variété amphibolique du granite. Mais le type diorite n'en existe pas moins, très bien caractérisé, dans les roches basiques qu'il a délimitées.

Le travail de Mallard figura manuscrit à l'Exposition de 1867. Le Conseil général de la Creuse, sur l'initiative duquel l'exploration de ce département avait été entreprise, ayant refusé de faire les frais de la publication, la carte de la Haute-Vienne fut seule publiée en 1870. La carte de la Creuse est conservée aux archives du service de la Carte Géologique détaillée de France. Jusqu'à la publication des travaux que poursuivent en ce moment un certain nombre de nos confrères, parmi lesquels je citerai tout particulièrement MM. Le Verrier et Mouret, les deux cartes de Mallard resteront les seuls documents que les géologues aient à leur disposition pour l'étude de cette intéressante région. Elles ont servi à la confection de la belle carte au 500.000e de MM. Carrez et Vasseur, et de la carte au millionième.

Dès 1858, Mallard avait découvert, à Montebras, dans la Creuse, un gîte d'étain sur lequel existaient des fouilles remontant à la plus haute antiquité. Au cours de ses excursions géologiques dans le Limousin et dans la Marche, il eut l'occasion de découvrir plusieurs autres gîtes semblables, et il fit paraître, en 1866, aux *Annales des Mines*, une étude d'ensemble sur ces gisements stannifères. Son travail, intéressant au point de vue géologique, ne l'est pas moins au point de vue archéologique. Il aboutit à cette conclusion que les fouilles en question remontent à l'époque gauloise, et qu'un certain nombre d'entre elles ont eu l'or pour principal objectif. Le gîte d'étain de Montebras, placé sur le territoire des Bituriges-Cubes, explique une assertion de Pline, qui attribue à cette nation gauloise la première idée de l'étamage. On sait qu'à la suite de la découverte de Mallard ce gîte de Montebras fut l'objet d'une concession de mines : on l'exploita quelque temps pour étain, puis pour lithine, en raison de l'abondance de l'amblygonite.

En 1870, Mallard visita, en compagnie d'Edmond Fuchs, quelques gîtes minéraux du Chili. Il rapporta de ce voyage, malheureusement écourté par la guerre franco-allemande, une foule de matériaux géologiques, en particulier de très belles collections de roches éruptives qui furent partagées plus tard entre l'École des Mines de Paris et celle de Saint-Étienne. Son dessein était d'étudier à loisir et de décrire ces roches : la guerre d'abord, sa nomination à Paris ensuite, l'empêchèrent d'aborder ce travail.

Il se contenta de donner, en 1873, aux Annales des Mines, en collaboration avec Edmond Fuchs, une courte note sur la géologie de Chili. Dans ce mémoire, les deux auteurs s'occupent surtout des formations quaternaires, et établissent par un grand nombre d'observations la décroissance progressive, au cours de l'ère quaternaire, des précipitations atmosphériques sur le versant occidental des Andes. Autrefois continues et très abondantes, les pluies auraient diminué de fréquence en augmentant d'abord d'intensité, puis se seraient faites de plus en plus rares et parcimonieuses, jusqu'à la phase désertique actuelle. Mallard et Fuchs concluent que l'histoire du climat de l'Amérique du sud, pendant la période quaternaire, est identique à celle du climat de la même époque dans notre hémisphère, et que, par suite, les causes de cette variation singulière, s'étant exercées d'un pôle à l'autre, doivent être cherchées dans un phénomène cosmique. La question est de celles qui restent à l'étude et qui demeureront longtemps encore *sub judice*.

En 1865, Mallard avait signalé à l'Académie des Sciences le fait curieux d'une roche magnétipolaire ne contenant pas de magnétite. Cette roche provenait du Puy-Chopine, en Auvergne, et était formée de fragments de diorite, ramenés au jour par l'éruption trachytique, et cimentés par du sesquioxyde de fer. M. Ferdinand Gonnard, dans une note récente, déclare que « l'existence du fer oxydulé dans « la roche de Mallard ne saurait faire l'objet d'un doute ». Seulement, ce fer oxydulé aurait présenté la déformation singulière signalée, en 1876, par M. Charles Friedel, sur des cristaux provenant précisément du Puy-Chopine. Il me paraît au contraire bien difficile d'admettre qu'un minéralogiste aussi exercé que l'était déjà Mallard ait pu confondre la magnétite, même très déformée, et l'oligiste. Du reste, ainsi que M. Gonnard le rappelle lui-même, la propriété magnétique n'est point exceptionnelle dans l'oligiste La seule difficulté est d'expliquer la magnétipolarité. Mallard faisait appel aux actions mécaniques qui se sont exercées sur les fragments de diorite pendant l'éruption trachytique. Mais, comme l'orientation

des pôles de la roche est en rapport avec celle des pôles terrestres, la seule influence du magnétisme terrestre ne suffirait-elle pas à tout expliquer ?

Dans les derniers temps de son séjour à St-Etienne, Mallard fit paraître au Bulletin de la Société de l'Industrie Minérale, en collaboration avec M. Leseure, une étude très courte, mais très intéressante, sur la roche si curieuse que les mineurs de Rive-de-Gier appellent le *gore blanc*. La nature éruptive de cette roche, son acidité, ses relations probables avec les venues siliceuses des environs de St-Etienne, sont clairement établies dans cette étude, et les recherches micrographiques ont confirmé depuis, de la façon la plus complète, les conclusions des deux auteurs.

En 1872, Mallard fut appelé à Paris, pour remplacer, dans la chaire de Minéralogie de l'Ecole des Mines, M. Daubrée, qui prenait la direction de l'Ecole. L'éminent académicien avait, depuis longtemps, distingué le mérite de Mallard, et il savait que nul, mieux que ce jeune professeur, n'était capable de le remplacer. L'avenir a montré combien M. Daubrée avait vu juste, et quel titre de plus il s'est acquis à la reconnaissance des minéralogistes par le simple fait qu'il a exercé, à cette heure décisive, une pareille influence sur la carrière de Mallard.

En se consacrant désormais à la minéralogie, après la forte éducation scientifique que quinze ans de géologie lui avaient donnée, Mallard ne faisait que continuer la tradition de Dufrénoy et de M. Daubrée lui-même. L'exemple de ces trois illustres savants montre que la fréquentation assidue et prolongée de la nature, la contemplation des larges espaces et des libres horizons, sont une admirable préparation, la meilleure peut-être, aux patientes recherches du laboratoire et aux longs labeurs de la pensée. Cette incomparable netteté d'esprit qui était la grande force de Mallard, cette vision quasi-intuitive et vraiment géniale qu'il avait acquise des lois mystérieuses, en apparence si compliquées, si simples au fond, du monde moléculaire, cette compréhension large et immédiate des plus difficiles problèmes, qui étonnait toujours ses contradicteurs, et qui lui permettait d'écarter d'un mot les objections vaines et les théories de hasard, toutes ces qualités de premier ordre, ne les devait-il pas, en grande partie du moins, aux longues promenades solitaires par les sentiers de la Haute-Vienne et de la Creuse, aux neuf étés, déjà passés, de vie simple et rude, de méditation constante, de silence presque absolu vis-à-vis des hommes, de conversation ininterrompue avec soi-même, avec le

ciel immense et clair, avec la terre « maternelle et douce » ? Qui pourrait dire l'influence, sur une âme généreuse, sur une intelligence d'élite, sur un esprit assoiffé de vérité, d'une aussi longue période de vie où la contemplation s'est mêlée si largement à l'action? Et n'est-il pas vrai que les solitaires, quand il leur est donné d'aborder les recherches spéculatives et les hauts problèmes scientifiques y apportent, à valeur égale, une souplesse d'esprit et une pénétration intellectuelle que ne connaissent point les autres hommes ?

En tout cas, Messieurs, nous ne devons point regretter que, de temps en temps, quelques-uns des confrères sur lesquels nous comptions le plus et qui semblaient à tout jamais fiancés à la géologie, nous quittent pour fixer leur vie à quelque autre branche des sciences physiques ou naturelles. La science est une, comme la vérité dont elle est la recherche ; et, tôt ou tard, la géologie récoltera dans ses propres domaines ce que ces fils aventureux ont semé dans les champs voisins. La famille riche d'enfants, la mère patrie surabondamment peuplée, ne se plaignent pas quand les jeunes hommes nourris dans leur sein s'en vont chercher fortune aux rives lointaines ; elles savent bien que tôt ou tard la fortune ainsi créée leur reviendra.

Dès son retour à Paris, le changement d'orientation devint visible chez Mallard. Sauf l'étude sur le Chili dont j'ai parlé plus haut, qui parut en 1873, et une très courte note sur les oscillalions séculaires des glaciers, qui fut publiée en 1875 au Bulletin de notre Société, il n'écrivit plus rien qui touchât directement à la géologie. La minéralogie, plus spécialement la cristallographie, l'absorbèrent tout entier.

Je n'entreprendrai point d'exposer avec détail l'œuvre cristallographique de Mallard. Ce n'est point ici le lieu d'en traiter *ex professo*. Au surplus, d'autres en ont parlé ailleurs avec une autorité incontestée. Beaucoup d'entre vous ont lu, au Bulletin de la Société française de Minéralogie, l'éloge si complet, si clair, et j'ajouterai si ému, que M. Wyrouboff a consacré à son illustre ami. En ce moment même, les Annales des Mines publient à leur tour une notice sur Mallard, où M. de Lapparent a su mettre, avec sa science profonde des choses de la minéralogie, toute son éloquence, que je n'ai pas besoin de vous vanter, et tout son cœur.

Je me contenterai donc de résumer en quelques mots cette œuvre cristallographique de Mallard, l'une des œuvres scientifiques les plus considérables de ce temps.

Ce fut en 1876, quatre ans après son arrivée à Paris, que Mallard publia son premier mémoire de cristallographie. Il avait désormais trouvé sa voie, et ce mémoire, tout modeste que fût son titre, était une véritable révélation. L'étude des cristaux non homogènes, des *groupements cristallins*, comme disait Mallard, fort négligée jusque là et qui n'avait conduit à aucune loi simple, se faisait, avec lui, systématique et précise ; les anciennes *anomalies* s'expliquaient sans difficulté et rentraient dans la loi de symétrie ; bien plus, de la multiplicité de ces phénomènes prétendus anormaux, et de ce fait qu'ils obéissent tous à des règles géométriques, une nouvelle loi se dégageait, aussi simple que féconde, celle de la tendance de la matière inorganique à l'arrangement le plus symétrique parmi tous les arrangements possibles.

De 1876 à 1886, Mallard multiplia sur ce sujet les observations et les mémoires. Il sépara soigneusement *les mâcles*, ou groupement par juxtaposition, des groupements par pénétration qu'il appela *groupements pseudo-symétriques*. Il donna des mâcles une théorie nouvelle, plus générale que celle de Bravais, qui permet de comprendre aisément certaines mâcles de cristaux hémièdres, mal expliquées jusqu'alors, et qui montre très simplement la raison d'être de la merveilleuse expérience des mâcles artificielles de la calcite, due à MM. Reusch et Baumhauer. Quant aux groupements pseudo-symétriques, il fit voir qu'ils ne se rencontrent que dans les cristaux *pseudo-symétriques*, où le système réticulaire formé par les centres de gravité des molécules possède, au moins d'une façon approchée, des éléments de symétrie qui manquent à la molécule elle-même. Dans de pareils cristaux, on peut, sans toucher sensiblement au système réticulaire, donner à la molécule un certain nombre d'orientations distinctes. L'assemblage de portions cristallines comprenant chacune des molécules de même orientation, mais telles que, de l'une à l'autre portion, l'orientation moléculaire varie, un tel assemblage, dis-je, est un groupement cristallin pseudo-symétrique. Tels sont les assemblages d'orthose dits de Carlsbad, les croix de la staurotide, de la christianite et de l'harmotome, les groupemements dits du péricline pour les feldspaths tricliniques, les assemblages de la pyrite de fer et de la fluorine ; enfin, et surtout, de très nombreux groupements qui se manifestent, dans des espèces en apparence très symétriques, par exemple hexagonales ou cubiques, par des phénomènes optiques incompatibles avec cette symétrie apparente.

L'étude des cristaux non homogènes est la partie capitale de

l'œuvre de Mallard. Elle le conduisit à la découverte de la théorie physique de la polarisation rotatoire cristalline; elle lui fournit aussi les éléments d'une autre théorie, celle des propriétés physiques des mélanges isomorphes, qui vient de recevoir, des derniers travaux de M. Lavenir, une si éclatante confirmation; enfin, elle le mit sur la voie des recherches expérimentales qu'il entreprit plus tard dans le dessein d'étudier le polymorphisme et l'isomorphisme.

Les conclusions théoriques qu'il a su tirer de ces dernières recherches étaient absolument inattendues. Leur portée philosophique le surprit lui-même au premier abord; et c'est avec une sorte de timidité qu'il les a présentées au monde savant, dans son admirable mémoire *sur la quasi identité de l'arrangement moléculaire dans toutes les substances cristallisées*. Presque toutes les séries isomorphes, sinon toutes, contiennent le cube comme une de leurs formes; d'autre part, pour la très grande majorité des substances cristallines, les paramètres, multipliés par les nombres 1, 2, 3, 4 ou par leurs rapports, deviennent à peu près identiques à ceux du réseau cubique. D'où cette idée que les centres de gravité de tous les corps sont à peu près disposés suivant un système réticulaire cubique, et comme les centres de boulets sphériques dans une pile de boulets. Cet arrangement, comme l'a fait remarquer M. H. Le Châtelier, est précisément celui qui permet de placer dans un espace donné le nombre maximum de molécules. Quant au polymorphisme, il résulterait de la possibilité de plusieurs sortes de groupements pseudo-symétriques moléculaires, analogues par exemple, à ceux qui produisent, dans le quartz, le pouvoir rotatoire: le polymorphisme ne serait plus qu'une *polymérisation*.

Parmi les travaux spéciaux de Mallard, je citerai seulement ceux qui ont un intérêt direct et immédiat pour le pétrographe, et que beaucoup d'entre nous utilisent journellement : un procédé pour la mesure de l'angle des axes optiques, applicable même aux plaques très minces et aux très petits minéraux; un heureux perfectionnement du goniomètre de Wollaston, qui rend très facile la mesure des cristaux presque microscopiques, et qui, dans beaucoup de cas, permet, sur ces mêmes cristaux, la mesure des indices de réfraction; enfin une étude théorique et pratique très complète du réfractomètre à réflexion totale de M. Emile Bertrand.

Si l'on songe que les plus grandes découvertes de Mallard, la théorie des groupements pseudo-symétriques, celle de la polarisation rotatoire, celle des propriétés physiques des mélanges isomorphes, celles enfin de l'isomorphisme et de polymorphisme, ne

lui ont guère demandé plus de douze années de travail; et si l'on réfléchit après cela à tout ce que le même homme a simultanément produit en tant qu'ingénieur, à ses travaux sur les lampes des mines, sur les mélanges gazeux combustibles, sur les explosifs de sûreté, on reste confondu devant une pareille activité et une si grande puissance d'assimilation et de création. Vous verrez tout-à-l'heure, Messieurs, l'explication de l'une et de l'autre.

L'un des chagrins de Mallard était d'avoir délaissé la géologie. Du moins en suivait-il les progrès avec un intérêt que les préoccupations scientifiques et administratives ne semblent jamais avoir diminué. Il aimait à prendre part à l'excursion géologique annuelle de l'École des Mines ; et c'est un de mes meilleurs souvenirs de jeunesse, celui des quelques jours passés ainsi, une première fois en Auvergne, une autre fois dans le Bourbonnais et le Berri, au contact de ces deux maîtres si dissemblables et s'entendant pourtant si bien, Mallard et de Chancourtois.

Quand nous revenions à l'auberge, la journée finie, un peu las sur la route démesurément allongée, Mallard, qui n'était jamais fatigué, lui, comme s'il eût été de fer, causait volontiers avec nous. A l'amphithéâtre, aux travaux pratiques, à l'école enfin, nous l'avions trouvé un peu froid, sans doute parce que nous étions intimidés de l'énorme distance qui nous séparait de ce grand savant, et que, comme il arrive souvent, cette intimidation émanée de lui le gênait à son tour. Ici, dans la campagne, à cette heure tranquille du soir, ce n'était plus le même homme, ou plutôt c'était Mallard lui-même, tel que l'ont connu ses amis les plus intimes, avec sa simplicité vraiment touchante et sa bonhomie berrichonne qui n'excluait pas une pointe de malice. La conversation, comme il convenait, commençait toujours par la géologie ; il nous donnait, sur les choses que nous avions vues pendant le jour, des explications d'une clarté saisissante ; et peu à peu, pendant qu'il parlait, la géologie dépouillait à nos yeux le vêtement mystique et idéologique dont Chancourtois avait coutume de la revêtir, et devenait une science comme les autres, pourvue d'une méthode précise et marchant vers un but déterminé. Puis on causait minéralogie, et je vois toujours son étonnement, son indignation même, quand il entendait parler autour de lui de l'aridité de la cristallographie. Et, insensiblement, la conversation passait aux thèmes les plus variés, sans que jamais Mallard cessât de nous émerveiller par la vivacité de son esprit, sa vaste érudition, sa dialectique puissante et surtout l'ardeur de ses convictions scientifiques. Sur cette âme

droite et limpide, le scepticisme n'avait jamais eu la moindre prise ; il croyait à la science, il avait foi en elle, et ce n'est pas lui, certes, qui l'eût jamais accusée d'avoir trahi ses promesses.

Une autre chose surprenait en lui : le soin qu'il mettait à ne jamais parler de lui-même, à ne jamais rien raconter de ce qui lui avait été personnel. Bien des fois, nous l'interrogeâmes sur ses voyages, sur sa campagne militaire de 1871 : il répondait par quelques mots, puis revenait à un autre sujet. Et quand il causait cristallographie, il ne parlait jamais de ses propres travaux : les conquêtes de la science l'enthousiasmaient, mais peu lui importait qu'il en eût le mérite ou qu'elles fussent l'œuvre d'un autre travailleur, pourvu que ce fussent bien des conquêtes. En l'entendant, nous pensions à ces grands bâtisseurs du Moyen-âge, qui vivaient pour leurs cathédrales, et qui n'ont jamais songé à leur propre gloire; à ces convaincus, si nombreux jadis sur la terre de France, dont l'unique souci était le culte de l'Idée, et qui mouraient contents, qu'ils fussent obscurs ou célèbres, si l'Idée avait grandi, par eux-mêmes ou par d'autres. Mallard avait, à n'en pas douter, de ce sang-là dans les veines.

Sa philosophie était sereine et simple : il aimait les hommes et les trouvait très grands, malgré leurs misères ; il ne croyait guère au mal ; la vie lui semblait douce et belle, comme un paisible acheminement, par des voies déjà pleines de lumière, vers la radieuse Vérité. Écoutez ce qu'il disait en 1872, à Rive-de-Gier, dans une conférence publique *sur l'Histoire de la Terre*, dont j'ai retrouvé, parmi ses notes, le précieux manuscrit. Ces quelques phrases l'expliquent tout entier, donnent le secret de sa fécondité et de sa force, et résument toutes ses conceptions sur l'homme, sur la vie, sur la science, sur le monde.

« Il ne faut pas, disait-il, que l'homme s'exalte trop ; il faut qu'il » se rappelle sans cesse ce qu'il est, une petite lumière vacillante » d'une éphémère durée, que le moindre souffle éteint. Mais il faut » encore bien moins qu'il arrive à se trop mépriser. Il est vraiment » une créature faite à l'image de Dieu, et, à ce titre, il lui est permis » d'entrer par sa raison dans les desseins et dans la pensée du Créa- » teur de toutes choses. *Ce doit être ici-bas sa plus haute ambition*, » et c'est cette ambition que la science lui permet de réaliser. »

Et un peu plus loin :

« Ce qui fait à mes yeux notre véritable grandeur, notre vérita- » ble supériorité, ce n'est pas que nous sommes mieux chauffés, » mieux habillés, mieux voiturés que nos pères, c'est que nous

» savons plus qu'eux. Nous ne sommes point ici-bas seulement pour
» jouir et pour consommer. Triste fin que celle là, si c'était la fin
» de l'homme. Non, Messieurs, nous sommes ici-bas, nous dit la
» religion, pour aimer et servir Dieu ; nous sommes ici-bas, nous
» dit la science, pour tâcher de comprendre et pour admirer la
» volonté et la pensée divines : *à bien les prendre, ces réponses n'en*
» *font qu'une.* »

J'ai parlé tout-à-l'heure des solitaires, et de leur singulière aptitude aux recherches spéculatives et aux longs travaux de la pensée. Mallard était vraiment un solitaire. Il ne voulut jamais se marier, il vécut loin du monde, il évita soigneusement les affaires, qui souvent le recherchaient. Dans les derniers temps de son séjour à St-Etienne, un de ses meilleurs amis (de qui je tiens ce détail) lui offrit, dans l'industrie métallurgique, une situation considérable. Mallard refusa sans hésitation, préférant rester pauvre pour garder le droit d'épouser la science. Jamais il ne douta qu'il n'eût choisi la meilleure part.

Les honneurs, la célébrité, vinrent à lui, lentement, sans qu'il les eût jamais cherchés. En 1886, il fut nommé Inspecteur général des Mines ; en 1888, Officier de la Légion d'Honneur ; en 1890, Membre de l'Institut. Rien de tout cela ne le changea ; il persista dans son travail acharné, dans son obscurité volontaire, dans son amour de la solitude, dans ce que j'appelais tout-à-l'heure le culte exclusif de l'Idée.

De tels hommes, Messieurs, honorent infiniment la nature humaine. Mallard a laissé à tous ceux qui l'ont connu, mais tout particulièrement à ses élèves, mieux qu'un enseignement cristallographique d'une précison achevée et d'une irréprochable rigueur : une haute leçon de modestie et de désintéressement. Sa mémoire ne périra point à l'École des Mines : il est de ces défunts dont parle l'Écriture, et de qui la voix ne cesse pas de se faire entendre. Ses confrères en géologie conserveront aussi son souvenir, et s'applaudiront d'avoir inscrit son nom sur leur Livre d'or, parmi cette pléïade de savants illustres et d'hommes de bien qui ont présidé aux destinées de la Société Géologique de France.

NOTICE SUR

JEAN-BAPTISTE RAMES

par **Marcellin BOULE** (1).

MESSIEURS,

Je vous dois des remercîments pour avoir bien voulu me charger de rappeler devant vous la carrière et les travaux de notre confrère regretté, de celui qui fut mon premier maître en histoire naturelle : Jean-Baptiste Rames.

Parmi nos traditions, la plus touchante, assurément, est celle qui nous permet de fixer, dans le *Bulletin*, la mémoire des géologues qui ont particulièrement honoré la Société. Le plus souvent, ces notices sont consacrées à des savants officiels ou de hauts personnages. Cette fois l'hommage rendu s'adresse à un homme plus modeste par la condition sociale, mais qui fut l'égal des plus grands, par la beauté de caractère, la largeur d'esprit et la bonté de cœur.

Jean-Baptiste Rames naquit le 26 décembre 1832 à Aurillac (Cantal). Son père exerçait, dans cette ville, la profession de pharmacien. C'était un homme éclairé, qui sut donner de très bonne heure à son fils le goût de l'histoire naturelle. Ce goût devint bientôt une passion exclusive, de sorte que le jeune élève du collège d'Aurillac ne réalisa pas le type convenu de l'écolier modèle. Il faut bien le dire, la maison universitaire, enclavée dans un massif de vieilles constructions, entourée de noires murailles, n'était guère séduisante. Le jeune Rames allait passer ses jours de congé à Carlat, dans une propriété familiale, située au fond d'une gorge sauvage, sous un magnifique rocher de basalte. Là, il faisait des collections, recueillant des plantes et des minéraux, chassant les oiseaux et les insectes. C'est de la nature elle-même qu'il recevait ses premières leçons, les plus fortes, celles qu'on n'oublie jamais. Rames garda toute sa vie l'empreinte du milieu où se déroula son

(1) Lue dans la séance générale du 18 avril.

enfance et une partie de sa jeunesse. On retrouve dans son style comme un reflet des paysages grandioses, pleins de poésie et de grâce rustique des environs de Carlat. Telles descriptions géologiques, tels aperçus philosophiques sont amples et lumineux comme les horizons qu'on découvre du sommet des tables basaltiques qui dominent le pays.

A sa sortie du collège, Rames alla poursuivre ses études scientifiques à Toulouse. Il apprit la pharmacie dans le but de succéder à son père, mais il fréquenta surtout la Faculté des Sciences, le Jardin des Plantes et les collections publiques. A cette époque, c'est-à-dire vers 1855, l'Université toulousaine brillait d'un vif éclat. Les maîtres éminents qui enseignaient à la Faculté des Sciences et à l'Ecole de médecine ne tardèrent pas à remarquer l'assiduité et l'air d'intelligence du jeune étudiant. Ils le prirent en amitié et plusieurs se l'attachèrent comme préparateur. Sous leur bienveillante direction, Rames se livra à des recherches qui lui valurent plusieurs récompenses.

Une première fois, en 1859, l'Académie des Sciences de Toulouse lui décerna une médaille d'argent pour ses découvertes d'animaux fossiles près de Toulouse. Les environs de cette ville sont très uniformes au point de vue géologique ; l'étude en est des plus ingrates. Tout le pays est formé par une sorte de mollasse dont l'âge était à peu près inconnu jusqu'au moment où Rames trouva dans les couches du coteau de Pech-David, des ossements de Tortues, de Crocodiles, de *Dremotherium*, de *Steneofiber viciacensis*. Ces fossiles permirent de considérer la formation tertiaire toulousaine comme plus ancienne que les terrains à *Dinotherium* et à Mastodontes, desquels on la rapprochait volontiers, et de la placer dans ce que nous appelons aujourd'hui l'Oligocène.

Trois ans après, l'Académie de Toulouse offrait à son lauréat une médaille de vermeil pour ses recherches sur l'Homme fossile. Vers 1860, l'antiquité géologique de l'espèce humaine était encore discutée avec passion, malgré l'appui que venaient d'apporter aux découvertes de Boucher de Perthes, des savants tels que Lyell, Falconer, Prestwich, Pictet, Lartet, M. Albert Gaudry. Deux maîtres de Rames, Joly et Noulet, étaient grands partisans des idées nouvelles. Dès 1835, après avoir étudié la caverne de Nabrigas, Joly avait fourni des preuves en faveur de la contemporanéité de l'homme et de certaines espèces éteintes. En 1853, le Dr Noulet avait trouvé dans le vallon de l'Infernet, près de Clermont (Haute-Garonne), dans des couches régulièrement stratifiées, au milieu d'ossements

de grands Mammifères, des objets travaillés « qui, dans leur imperfection, n'en prouvaient pas moins l'existence de l'homme aussi sûrement que l'eût fait tout un Louvre. »

Les grandes cavernes des Pyrénées, qui ont livré depuis tant de monuments intéressants de nos ancêtres préhistoriques, n'avaient pas encore été explorées à ce point de vue. En 1862, Rames publia, en collaboration avec MM. Garrigou et H. Filhol, un mémoire sur l'*Homme fossile des cavernes de Lombrive et de Lherm*. Les auteurs avaient trouvé, dans ces excavations, des ossements humains mêlés à des ossements de Mammifères. A Lherm notamment, les débris humains étaient associés à des restes de Rhinocéros, d'Ours et d'Hyène des cavernes. La contemporanéité de tous ces objets ne parut pas douteuse aux yeux des jeunes explorateurs. Cette conclusion fut attaquée cependant par un géologue de valeur, qui fut aussi notre confrère, l'abbé Pouech. Rames répondit à son contradicteur par une lettre imprimée, d'une forme peut-être un peu vive, mais originale, pleine d'esprit et d'enthousiasme scientifique.

Peu de temps après, Rames alla prendre, à Aurillac, la succession de son père. Ce ne fut pas sans regrets qu'il se sépara de ses maîtres, de ses amis et du milieu intellectuel de Toulouse. Quand dix-sept ans après, j'allai moi-même dans cette ville faire mes études scientifiques et présenter aux anciens professeurs de Rames ses lettres de recommandations, je pus apprécier, par l'accueil qui me fut fait, les bons souvenirs que mon excellent maître avait laissés de son côté.

A peine installé à Aurillac, Rames commença l'œuvre maîtresse de sa vie : l'étude du Cantal. Certes, le grand volcan avait déjà reçu la visite de géologues éminents : Guettard, Desmaret, Alex. Brongniart, Cordier, Poulett-Scrope, Lyell et Murchison, Dufrénoy et Elie de Beaumont, etc., avaient successivement publié leurs observations. Mais la plupart de ces travaux ne portaient que sur des points isolés. La stratigraphie des coulées de lave, la détermination de leur âge relatif, l'étude des fossiles qu'on rencontre dans certaines couches avaient été négligées ou à peine ébauchées. Il restait donc beaucoup à faire. Il s'agissait de reconstituer l'histoire du plus grand volcan de la France centrale, « c'est-à-dire d'assister à sa naissance, de le suivre dans son développement, de rechercher ses phases d'activité et ses périodes de tranquillité, de le contempler dans toute sa magnificence, et enfin d'assister à sa décadence et à sa décrépitude ».

Mais pour arriver à ce résultat, il fallait multiplier les courses, étudier le pays dans ses moindres détails, en dresser la carte géologique à grande échelle. Une pareille tâche était de nature à absorber la vie tout entière d'un homme et Rames n'allait avoir d'autres loisirs que ceux que lui laisserait la plus assujettissante des professions! Heureusement toute sa famille eut à cœur de faciliter ses travaux. Pendant quelques années, son père put le remplacer souvent auprès des clients. Plus tard, ce fut la mère qui tint l'officine pendant les absences du géologue. Cette vénérable femme avait une physionomie pleine d'intelligence et de bonté qui inspirait une absolue confiance.

Dans les intervalles des excursions et pendant les longs mois d'hiver, Rames étudiait les principaux ouvrages traitant des volcans et les publications de ses devanciers. Le fruit de ces lectures et de ses premières observations personnelles se trouve résumé dans un petit livre intitulé : *Etudes sur les volcans.* L'auteur se range dans le camp, si peu nombreux à cette époque, des géologues qui combattent la théorie des cratères de soulèvement. A propos du Cantal, qui avait servi aux dissertations brillantes mais erronées d'Elie de Beaumont et de Dufrénoy, il démontre que partout, dans les vallées, on voit clairement les matériaux volcaniques reposer sur le terrain miocène, dénudé çà et là, mais nullement dérangé de sa position horizontale primitive ; si l'on aperçoit quelques dérangements locaux, c'est dans les points qui ont été déchirés par des filons de roches volcaniques. Les phonolites, qui occupent le centre du Cantal, loin d'avoir été soulevés et d'avoir provoqué la formation du grand cratère, comme le professe l'école de Léopold de Buch et d'Elie de Beaumont, se sont simplement épanchés sur des conglomérats trachytiques en une épaisse coulée, laquelle, dégradée par les agents atmosphériques, a formé les pics élancés du Griou, du Griounaux et de l'Usclade.

Sept ans après, en 1873, la Carte géologique du département était à peu près terminée et son auteur en publiait une explication sous le titre de : *Géogénie du Cantal.* Rames a fait tenir en quelques pages les résultats de dix années d'exploration. L'histoire ou pour mieux dire, l'évolution du grand volcan y est retracée en une suite de tableaux vigoureusement brossés. Écrit en un style clair et attachant, ce petit livre a séduit un grand nombre de personnes étrangères à la géologie. Au lieu de composer une longue et pénible monographie que, seuls, les géologues de profession eussent consultée, Rames, s'adressant à un plus grand nombre de lecteurs, a

préféré employer la forme narrative et raconter l'histoire du volcan telle qu'elle lui apparaissait à la lumière des faits observés.

On a parfois reproché à mon savant maître d'avoir fait, dans ce travail, une trop grande part à l'imagination. Cette critique peut être relevée. C'est parce que les conclusions du savant étaient parées des séductions d'un style brillant et coloré que des lecteurs superficiels ou rebelles à l'esprit de synthèse ont pu les considérer comme de purs produits littéraires. La *Géogénie du Cantal* est au contraire remarquable par la concision et la précision de la forme : pas un mot inutile, pas une phrase qui ne porte. Chaque page renferme des observations originales.

Tandis, en effet, qu'avant lui on n'avait réussi à distinguer qu'une dizaine de termes dans la série stratigraphique du Cantal, Rames décrit 38 terrains différents dans la constitution géologique de ce massif.

Les terrains cristallophylliens et les dépôts lacustres tertiaires, qui forment le socle du volcan, sont soigneusement étudiés. Divers niveaux sont établis dans l'Oligocène et les fossiles qu'ils renferment déterminés d'une façon précise. Après avoir décrit les majestueuses rivières qui sillonnaient le Plateau central de la France pendant le Miocène supérieur et dont les rives étaient fréquentées par les *Dinotherium*, les *Hipparion*, les Mastodontes, etc., Rames nous fait assister à la première apparition des phénomènes volcaniques.

Sur les flancs de plusieurs vallées du Cantal on observe des escarpements basaltiques regardés jusqu'alors comme des coulées récentes, épanchées après le creusement des vallées : des *basaltes des pentes*. Rames montre que ces roches représentent, au contraire, les produits les plus anciens du grand volcan, que loin d'être disposées en placage sur le flanc des vallées, elles sont en relation étroite avec les alluvions du Miocène supérieur et qu'elles supportent toute la masse énorme des tufs et des brèches qui les surmontent. Cette découverte de *basaltes miocènes* était des plus importantes, car elle permettait de synchroniser les grands soulèvements de la chaîne alpine avec les premières manifestations volcaniques de la France centrale, et de voir, dans ces deux ordres de phénomènes, une relation de cause à effet. Des coulées analogues ont été décrites depuis au Mont-Dore, dans le Velay et dans l'Ardèche. Le mérite de toutes ces observations doit remonter, par-delà leurs auteurs respectifs, jusqu'à Rames, qui avait ouvert la voie par ses travaux sur le Cantal.

Tandis que les anciens auteurs n'avaient su distinguer dans les produits volcaniques du Cantal que trois sortes d'éléments, les trachytes, les phonolites et les basaltes, Rames a décrit un grand nombre d'espèces pétrographiques. Ces déterminations ne pouvaient avoir la précision que comportent les procédés actuels de la minéralogie. Elles n'en sont pas moins très remarquables pour l'époque; elles témoignent d'une grande expérience dans l'étude des minéraux à l'œil nu et à la loupe. C'est ainsi que les labradorites et les andésites augitiques des pétrographes actuels sont énumérées à part sous la dénomination pittoresque mais expressive de *roches hybrides*, l'auteur ayant su reconnaître qu'elles sont intermédiaires, par leur composition, entre les roches basiques, comme les basaltes, et les roches acides, comme les trachytes. Ce dernier terme est employé pour les andésites aux teintes claires, mais Rames distingue soigneusement les domites. Le basalte porphyroïde figure comme une roche distincte, ayant une physionomie et un âge tout à fait à part.

Au milieu de cette immense accumulation de matières ignées, de fines cinérites renferment une multitude de plantes et marquent une longue suspension de l'activité volcanique. Ces curieux dépôts avaient à peine attiré l'attention des anciens explorateurs. Rames en fit une étude toute spéciale. Il put recueillir de nombreux spécimens qui permirent à de Saporta de nous révéler les richesses de la flore forestière qui ombrageait les pentes du Cantal à l'époque pliocène.

Les derniers chapitres de la *Géogénie*, relatifs aux temps quaternaires et préhistoriques, sont tout à fait remarquables. Rames y pousse très loin l'étude des dépôts superficiels, moraines ou alluvions, sans jamais perdre de vue les relations entre les faits stratigraphiques et les données de la Paléontologie humaine. Nous assistons, au Pliocène supérieur, à la mort du volcan. Les sommets, beaucoup plus élevés qu'aujourd'hui, retiennent chaque année une partie des neiges de l'hiver précédent et bientôt les flancs du cône gigantesque se couvrent de glaciers, qui vont disperser dans la plaine les blocs arrachés à la région des cratères. Cette première phase glaciaire est suivie d'une période de réchauffement, pendant laquelle des phénomènes torrentiels creusent les vallées jusqu'à leur profondeur actuelle. De nouveaux glaciers s'installent ensuite dans ces vallées et y édifient des moraines d'une conservation parfaite. Ces théories parurent d'abord bien hardies ; elles sont admises aujourd'hui par la plupart des géologues et l'on a

décrit depuis, dans beaucoup de régions très différentes et très éloignées les unes des autres, des phénomènes analogues à ceux observés par Rames dans la Haute-Auvergne.

La *Géogénie du Cantal* n'est que l'explication d'une carte géologique à grande échelle, que Rames désirait vivement publier. Ne pouvant, pour diverses raisons, utiliser la carte de l'Etat-major comme base topographique, notre regretté confrère entreprit toute une série de travaux purement géographiques, qui dénotent beaucoup d'habileté et de goût, et qui furent l'objet de hautes récompenses dans diverses expositions géographiques. C'est ainsi qu'avec la collaboration de MM. F. et L. Bouygues, il publia d'abord une belle carte en relief du Cantal au $^1/_{250.000^e}$. Quelques éditions coloriées géologiquement furent aussi mises dans le commerce. Puis ce fut un relief du bassin d'Aurillac au $^1/_{40.000^e}$, dont certains exemplaires reçurent également des teintes géologiques. Enfin quelque temps après paraissait la carte orohydrographique du département du Cantal au $^1/_{150.000^e}$, éclairée dans le système de la lumière oblique, tirée à trois couleurs, avec un profil général et panoramique. Cette œuvre magnifique, habilement gravée, allait servir de fond à la carte géologique, lorsque, en 1876, M. Fouqué vint dans le Cantal, chargé, par le service de la Carte géologique détaillée de la France, du tracé des contours sur les feuilles de l'État-major comprenant le massif du Cantal.

Rames ne pouvait songer à opposer ses faibles ressources à celles du service officiel. D'ailleurs, le modeste savant d'Aurillac et le professeur au Collège de France ne tardèrent pas à s'unir par les liens d'une étroite amitié. Cette affection réciproque eut d'heureux résultats pour la science. Rames mit à la disposition de son éminent confrère la connaissance approfondie qu'il avait de la région. De son côté, l'auteur de *Santorin* et de tant de beaux travaux minéralogiques initia le géologue cantalien à l'étude microscopique des roches. Sur le point de faire paraître une deuxième édition de la Géogénie du Cantal, Rames comprit la supériorité des méthodes nouvelles et l'importance des résultats auxquels ces méthodes conduisaient. Il déchira son manuscrit et se remit courageusement au travail.

En 1879, il publia la *Topographie raisonnée du Cantal.* Dans l'esprit de l'auteur la *Topographie* et la *Géogénie du Cantal* n'étaient que les premiers chapitres d'une histoire naturelle de cette région. Après avoir retracé la genèse du grand volcan, Rames eût aimé le décrire dans son état actuel, avec ses populations animales et végé-

tales. Il connaissait en effet aussi bien les êtres vivants de sa région que les roches ou les minéraux. Nous avons de lui plusieurs notes sur la botanique, courtes comme toutes ses publications, mais marquées au coin d'une science élevée.

Malheureusement les loisirs de notre regretté confrère devenaient de plus en plus rares. Ils suffisaient à peine à la mise au point des observations ou des découvertes nouvelles.

Parmi ces découvertes, il faut signaler celles de silex paraissant offrir des caractères de taille intentionnelle et recueillis dans les alluvions miocènes du Puy-Courny. Ces silex figurèrent aux expositions universelles de Paris en 1878 et 1889. De Quatrefages et M. de Mortillet n'hésitèrent pas à déclarer que ces échantillons suffisaient pour démontrer l'existence d'un être intelligent, que de Quatrefages regardait comme un Homme et que M. de Mortillet considère encore aujourd'hui comme un être intermédiaire entre les grands Singes et l'Homme. M. de Mortillet donna à cette créature hypothétique le nom d'*Anthropopithecus Ramesi*.

Les partisans de la taille intentionnelle des silex du Puy-Courny sont aujourd'hui bien clairsemés. En 1884, Rames fit paraître une brochure sur la géologie du Puy-Courny. Il avait cru de son devoir d'exposer tous les arguments qu'il avait pu trouver en faveur de l'origine artificielle des silex miocènes. Mais il était bien loin d'avoir sur cette matière les opinions intransigeantes qu'ont exprimées plusieurs anthropologistes, sans avoir d'ailleurs aucune connaissance du gisement. C'est avec la plus parfaite bonne foi qu'il reconnaissait la valeur des arguments qu'on pouvait opposer à la taille intentionnelle des silex du Puy-Courny.

A la même époque, c'est-à-dire en 1884, une occasion permit à Rames de faire apprécier ses travaux par un grand nombre de géologues. M. Fouqué venait de terminer le tracé des contours géologiques sur les feuilles du Cantal. La Société géologique décida de tenir sa réunion extraordinaire à Aurillac. Dès les premières courses, Rames s'attira l'estime et l'affection de tous ses confrères, mais il éprouva plus de difficultés à leur faire partager certaines de ses idées. Rames, qui se montrait dans l'intimité un causeur des plus séduisants et des plus diserts, ne pouvait se résoudre à parler en public. De longues années de solitude scientifique et la modestie craintive, qui était un des traits de son caractère, l'avaient mal préparé au rôle que sont appelés à tenir ceux de nos confrères qui nous convient à aller visiter leurs champs d'études.

Mais dans les comptes-rendus imprimés, Rames se montra dia-

lecticien serré ; il sut répondre à toutes les objections avec lucidité et développer ses vues originales avec une véritable éloquence, de nature à rallier les esprits les plus difficiles.

Cette énumération des travaux de notre confrère sur le Cantal ne complète pas son œuvre scientifique. Rames, qui avait rapporté de Toulouse beaucoup de goût par les études paléontologiques, publia, en 1869, un livre sur *la Création d'après la géologie*. On était alors en pleine controverse sur les plus hautes questions de la philosophie naturelle. Les ouvrages de Darwin, traduits depuis peu, étaient d'autant plus critiqués qu'on les connaissait encore fort mal. Aujourd'hui les théories évolutionnistes sont à la mode ; leurs adversaires eux-mêmes reconnaissent l'impulsion féconde que ces théories ont donnée aux sciences naturelles. Mais il n'est pas nécessaire d'avoir une longue carrière pour avoir pu apprécier le mérite et, disons le mot, le courage des savants indépendants qui, les premiers, se déclarèrent partisans des idées nouvelles. N'avaient-ils pas contre eux la plupart des savants officiels, dispensateurs des places et des faveurs ? Il n'y a pas encore vingt ans, l'Enseignement supérieur en France, dans les Facultés de province, comptait à peine deux ou trois professeurs basant leur enseignement sur la théorie de l'évolution : quelques autres se tenaient dans une réserve prudente et d'ailleurs parfaitement scientifique ; les derniers, qui étaient les plus nombreux, se posaient catégoriquement en ennemis de l'hypothèse nouvelle.

Un des premiers, Rames eut l'idée de présenter le tableau complet des connaissances géologiques et paléontologiques qu'on avait à son époque, en suivant l'ordre d'apparition des êtres vivants et en montrant comment les formes organiques se relient, s'enchaînent les unes aux autres dans la suite des temps géologiques. Un pareil ouvrage, venant au jour avant les travaux synthétiques du même genre parus depuis, fut d'autant plus remarqué que l'auteur y étalait une érudition des plus vastes en une langue nerveuse, imagée, pleine de poésie et tout à fait personnelle. Certaines pages sont d'une superbe envolée.

Comme l'*Histoire naturelle du Cantal*, l'ouvrage sur la *Création* n'a pas été terminé. Le 22 août 1894, la mort est venue surprendre le naturaliste auvergnat en pleine maturité. On le savait encore robuste, vigoureux, rempli d'ardeur pour les recherches scien-

tifiques. Il a suffi d'une courte maladie, d'apparence bénigne, pour enlever mon maître et ami affectionné.

Rames était un de ces hommes qu'on ne peut connaître sans les aimer. Ses rares mérites, appréciés en haut lieu, lui avaient valu de nombreuses distinctions. Il avait été nommé successivement : officier d'Académie, membre de la Commission de Topographie des Gaules, officier de l'Instruction publique, correspondant honoraire du ministère et chevalier de la Légion d'honneur. Un grand nombre de Sociétés savantes de France et de l'Étranger se l'étaient associé à des titres divers. En 1891, il fut proclamé vice-président de notre Société, dont il était membre depuis 1862.

Sa bonté et sa charité inépuisables l'avaient rendu très populaire à Aurillac, surtout parmi les humbles. Il avait plusieurs fois refusé les avances du suffrage universel lorsque, dans ces dernières années, il arriva en tête de liste aux élections municipales. Il ne crut pas devoir refuser un mandat qui n'était que l'expression de la reconnaissance publique. Mais il n'avait aucun goût pour la vie administrative ou politique. Laissant à ses collègues le soin de régler les affaires municipales, il gardait, pendant les séances, cette physionomie intelligente et rêveuse qui vivra toujours dans le souvenir de ceux qui l'ont connu.

Il m'est bien difficile d'exprimer toute l'étendue de l'affection qui unissait Rames à ses amis et à ses disciples. Mes relations avec lui remontaient à vingt ans. J'étais encore enfant quand je lui présentai mes premières récoltes d'histoire naturelle. Je sortis de son cabinet plein d'enthousiasme, car mon savant maître avait au plus haut degré le don de faire aimer la géologie. Il excellait à mettre en pleine lumière les points intéressants d'un phénomène, à le dégager des détails accessoires et à remonter à la cause. Il possédait une telle faculté d'évocation des choses disparues, qu'à la vue d'un gisement ou d'un simple échantillon, il faisait renaître à mes yeux les splendides tableaux de la nature passée. Ses descriptions si colorées, si vivantes, des paysages cantaliens aux diverses époques de l'histoire du volcan avaient des aspects de rêve et ses récits géologiques prenaient parfois des allures d'épopée !

De longues années d'intimité avaient ajouté à mon admiration pour le savant un grand respect pour l'homme. Je savais que dans cette belle âme, il n'y avait de place que pour les préoccupations nobles et généreuses. Je connaissais tout ce que cette existence, exclusivement partagée entre la science et le devoir, offrait d'admirable et de touchant.

Les hommes qui, en province, loin de tout centre scientifique, se vouent au culte des choses de l'esprit, ont parfois des moments de découragement. L'exemple de la vie de Rames, si bien remplie et si méritoire, est de nature à les ranimer, à les réconforter, car notre très regretté confrère laissera dans l'esprit de tous le souvenir d'un parfait Homme de science.

Liste des principales publications de J.-B. RAMES

1862. — L'Homme fossile des cavernes de Lombrive et de Lherm, 92 p. gr. 8° et 2 pl. Toulouse (en collaboration avec F. Garrigou et H. Filhol).

1863. — Encore un mot sur la caverne de Lherm; réponse à l'abbé Pouech, br. 8° de 12 p., Toulouse.

1866. — Etudes sur les volcans, vol. in-12. 170 p. Paris, Savy.

1869-1871. — La Création d'après la géologie et la philosophie naturelle, vol. in-8° 420 p. Paris, Savy.

1873. — Géogénie du Cantal, vol. in-16 de 103 p. et 2 pl. Aurillac, Bouygues et Paris, Savy.

1875. — Carte géologique du Cantal en relief, au 1/250.000e. Aurillac, Bouygues.

1875. — Carte géologique en relief du bassin d'Aurillac, au 1/40.000. Aurillac, Bouygues.

1878. — Carte oro-hydrographique et routière du département du Cantal au 1/150.000e avec un profil général et panoramique (en collaboration avec F. et L. Bouygues). Aurillac, Bouygues.

1879. — Topographie raisonnée du Cantal, br. in-16 de 60 p., Aurillac, Bouygues.

1880. — Rapport sur l'excursion faite par la Société botanique de France au Lioran et au Plomb du Cantal, le 22 juillet 1879. (Extrait du *Bulletin de la Société botanique de France*, 1879, t. XXVI).

1880. — Généralités sur certaines relations de la flore du Cantal avec la topographie et la géologie de ce département. (*Bulletin de la Société botanique de France*, 1879, t. XXVI).

1884. — Géologie du Puy-Courny, 22 p. in-8° (Extrait des *Matériaux pour l'histoire naturelle et primitive de l'homme*, 3e série, t. I).

1884. — Compte-rendu de la course du 24 août 1884 dans le Bassin d'Aurillac (Réunion extraordinaire de la Société géologique de France à Aurillac). (*B. S. G. F.*, 3e Sér., t. XII).

1884. — Compte-rendu de la course du 25 août au Puy de Griou et au Puy-Mary (*B. S. G. F.*, 3e Sér , t. XII).

1884. — Compte-rendu de la course du 26 août à Vic-sur-Cère et au Pas-de-la-Mougudo (*B. S. G. F.*, 3e Sér., t. XII).

1884. — Compte-rendu de la course du 28 août à Carlat (*B. S. G. F.*, 3e Sér., t. XII).

1886. — Note sur l'âge des argiles du Cantal et sur les débris fossiles qu'elles ont fournis (*B. S. G. F.*, t. XIV, p. 357).

NOTICE NÉCROLOGIQUE

DE

P.-H. FISCHER

par **DOUVILLÉ** (1).

Paul-Henri Fischer naquit à Paris le 7 juillet 1835 et fit la plus grande partie de ses études au lycée de Bordeaux. Presque dès l'enfance il manifesta un goût des plus vifs pour l'histoire naturelle : il consacrait ses jours de vacances à des excursions autour de Bordeaux et, à l'âge de 16 ans, la Société linnéenne de cette ville lui décernait une médaille d'argent pour ses recherches sur la faune malacologique terrestre et fluviatile de la Gironde.

Ses parents l'avaient d'abord destiné au commerce, mais devant une vocation aussi décidée, ils le laissèrent libre de diriger ses études vers la médecine.

A dix-huit ans, il revenait à Paris, et peu après, en 1859, il était nommé interne des hôpitaux, après un brillant concours ; quatre ans plus tard, en 1863, il était reçu Docteur en médecine.

Mais la science pure l'attirait de plus en plus ; pendant son internat, en 1861, il avait été attaché comme préparateur au laboratoire de Paléontologie du Muséum ; c'est là que sa vie tout entière allait s'écouler. Si le titre d'aide-naturaliste paraît bien modeste pour un homme de sa valeur, n'oublions pas que ces fonctions ont été souvent occupées par des savants illustres, et notre confrère a montré une fois de plus que c'est la valeur de l'homme qui fait la valeur du titre.

Entouré d'amis, en contact avec les maîtres les plus éminents, Fischer allait pouvoir librement développer ses dispositions naturelles ; les riches collections dont il avait la garde et qui s'accroissaient tous les jours, lui ouvraient un champ d'études inépuisable et sans cesse renouvelé.

(1) Lue à la séance générale du 18 avril 1895.

Aussi son œuvre a-t-elle été considérable : plus de 300 notes et mémoires montrent l'universalité de son esprit qui embrassait toutes les branches de la Zoologie. Si ses travaux l'ont placé au premier rang des malacologistes, il a montré en même temps qu'il avait une connaissance tout aussi approfondie des animaux plus élevés en organisation ; vous vous rappelez cette gigantesque Tortue découverte il y a peu d'années dans le Pliocène de Perpignan, qu'il a patiemment reconstituée et dont il nous a fait connaître les affinités réelles.

Les importants travaux sur les Cétacés en sont une autre preuve : il poursuit leur étude pendant 15 années, de 1866 à 1881, et après avoir publié sur ce sujet de nombreuses études de détail, il termine son œuvre par une monographie complète des Cétacés du S.-O. de la France, dans laquelle 17 espèces sont caractérisées d'une manière précise, et parmi celles-ci la curieuse Baleine des Basques, devenue si rare aujourd'hui.

Mais les Mollusques ont toujours été l'objet de ses études de prédilection. Un de ses amis nous a raconté que c'était la vue et l'étude d'une petite collection de coquilles, réunie par son beau-père, le Dr Dégranges, qui avait éveillé en lui le goût de l'histoire naturelle. Toute sa vie, il est resté fidèle à ces humbles coquilles, ses premiers amis, tellement sont fortes et vivaces ces impressions de l'enfance. Aussi, comme ils les connaissait bien ; avec quelle sûreté de vue il arrivait à reconnaître les caractères complexes de ces formes si multipliées, et à leur attribuer leur véritable valeur. Il ne lui suffisait pas de découvrir et de faire connaître des formes nouvelles, il se préoccupait surtout de rechercher les affinités de ces êtres si divers, s'efforçant ainsi de mettre en évidence l'ordre naturel qui a présidé à leur formation.

Un de ses ouvrages synthétise, d'une manière presque complète, les nombreux travaux qu'il a publiés sur ce sujet : c'est le Manuel de Conchyliologie et de Paléontologie conchyliologique. Il voulait, d'abord, se borner à réviser le Manuel de Woodward, mais, dès le commencement de ce travail, il fut amené à reconnaître que, pour mettre ce travail à la hauteur de la science, il était nécessaire de le remanier complètement ; nous y avons gagné une œuvre toute personnelle, qui fixe, d'une manière précise, l'état actuel de nos connaissances sur les Mollusques, et qui a autant d'importance pour le Malacologiste que pour le Paléontologue ; mais aussi, cet ouvrage qui, primitivement, devait être achevé en quelques mois, a coûté à notre confrère 8 années de travail, de 1880 à 1887.

Le premier point à mettre en relief, ce sont les idées de Fischer sur la classification. Pour lui, le terme le plus important, c'est le genre qui lui paraît avoir une existence aussi claire que celle de l'espèce. Aussi, tous ses efforts tendent-ils à mettre en lumière ses caractères anatomiques et zoologiques, trop souvent négligés, dit-il, et subordonnés, à tort, aux caractères conchyliologiques; et il ajoute, qu'en établissant une base zoologique solide pour l'édification du genre, on attribue à celui-ci son véritable caractère; c'est donc à tort que certains zoologistes le considèrent comme une coupure arbitraire, destinée à réunir, sous un nom commun, des formes spécifiques, simplement voisines par l'aspect extérieur ou par quelques particularités de faible importance.

Il est certain que ce point devra paraître difficilement acceptable aux paléontologues, ou, du moins, à ceux qui pensent que l'ensemble des êtres forme un tout continu, et que les discontinuités que nous constatons encore ne résultent que de lacunes dans nos connaissances.

Mais en se plaçant à un point de vue purement zoologique, Fischer se prive de tout criterium pour l'appréciation des genres fossiles, et c'est par ces derniers seulement que la continuité pourrait être établie.

Du reste, dans la pratique, notre confrère se trouve conduit à donner au genre une valeur assez différente de celle que lui attribuent un grand nombre de paléontologues : « Quand j'ai » cherché, dit-il, à obtenir une bonne délimitation des genres, je » me suis trouvé en présence d'une quantité de prétendus genres » de valeur inégale : les uns pourvus de quelques caractères » zoologiques d'une valeur secondaire, les autres ne consistant » qu'en groupement d'espèces affines. J'ai considéré les premiers » comme des sous-genres et les autres comme des sections ». Les genres seuls étant nettement délimités, il en résulte que les groupes entre lesquels on constate un passage graduel ne peuvent être, pour Fischer, que des sous-genres, et dans l'hypothèse de la continuité des formes animales, les genres ainsi compris seraient appelés à s'étendre de plus en plus et à se perdre progressivement dans les divisions d'ordre supérieur.

En résumé, malgré la valeur incontestable des caractères zoologiques, ils deviennent insuffisants dès qu'il s'agit de grouper non-seulement les formes vivantes, mais aussi les formes fossiles. On ne peut, en effet, se borner à établir une classification pour les seules formes vivantes, puis à y intercaler d'une manière plus ou

moins approximative les formes fossiles ; ce sont, au contraire, ces dernières formes qui devraient servir de point de départ, et leurs enchaînements, poursuivis jusqu'à l'époque actuelle, indiqueront la place que les diverses formes, vivant aujourd'hui, doivent occuper dans la classification générale.

Ainsi pour les Céphalopodes, si l'on considère uniquement le nombre des branchies, il devient impossible d'indiquer la place des Ammonées et il faut, à l'exemple de Fischer, en faire un ordre distinct et de même valeur que ceux des Dibranches et des Tétrabranches. Mais, d'après les caractères de la coquille, et surtout d'après ceux de la partie initiale ou embryonnaire, qui sont toujours de premier ordre, on sera au contraire conduit à rapprocher les Ammonées des Dibranches.

Dans les Gastropodes, Fischer a attaché une importance considérable à la constitution de la radule : la valeur de ce caractère a été très discutée, et en tout cas il n'est pas directement observable sur les formes fossiles. Mais cependant la Paléontologie semble indiquer qu'il est en relation avec le degré d'évolution des types eux-mêmes. Les formes à radule réduite (1-1-1), Toxoglosses et Rachiglosses, n'ont apparu que tardivement, les Tœnioglosses à dents un peu plus nombreuses (2-1-1-1-2) présentent un mélange de formes récentes et de formes plus anciennes, tandis que les Rhipidoglosses à nombreuses dents latérales comprennent la plus grande partie des formes dont l'origine paléozoïque est incontestable. On pourrait donc concevoir qu'à l'origine la radule était constituée par un grand nombre de dents presque égales entre elles, comme celles des Pténoglosses et de certains Opisthobranches, tandis que peu à peu les dents centrales se sont développées et ont amené l'atrophie progressive des latérales.

La considération de la radule laisse intact le groupe si naturel des Tectibranches ; elle indique une analogie de plus entre certains Hétérostrophes à embryon sénestre et les Opisthobranches, enfin elle montre la liaison étroite des Holostomes et des Canalifères. Parmi ceux-ci, elle distingue un groupe ancien moins évolué et tœnioglosse (Cerithium, Chenopus, Cyprea, etc.) et un groupe plus récent rachiglosse (Oliva, Marginella, Voluta, Murex, Fusus, Buccinum, etc.) et toxoglosse (Terebra, Conus, Pleurotoma, etc.) Rien ne prouve du reste que dans la succession des temps géologiques des coquilles de forme analogue aient toujours été habitées par des animaux ayant la même radule. Ainsi, il nous paraît douteux que les Capulidés anciens aient été tœnioglosses comme le sont les

formes actuelles; mais y a-t-il réellement continuité entre ces formes si développées dans les temps paléozoïques et à l'époque tertiaire, et si rares au contraire pendant la période secondaire? et ne serait-il pas plus rationnel de penser que nous avons affaire à deux rameaux tout à fait distincts.

Nous n'insisterons pas sur la division proposée par Fischer pour les Lamellibranches en Dibranches et Tétrabranches; elle nous paraît manquer d'élasticité, puisqu'elle ne donne guère que deux groupes d'importance très inégales, et les travaux récents ont montré qu'il faut plutôt chercher les éléments d'une classification rationnelle, dans l'étude minutieuse des éléments de la charnière, et dans leur mode de développement.

N'oublions pas que ces quelques critiques de détail ne s'adressent pas, en réalité, à l'ouvrage même de Fischer ; elles résultent seulement du point de vue différent auquel nous avons été conduit à nous placer. Le Manuel de conchyliologie a rendu et rend tous les jours les plus grands services à tous ceux qui s'occupent de Malacologie ; on y retrouve facilement les caractères de tous les genres vivants et fossiles, et le seul regret qu'on puisse exprimer, c'est que les précieuses indications bibliographiques que l'auteur avait recueillies, en aient été systématiquement exclues par l'éditeur.

L'œuvre de notre confrère est tellement considérable qu'il n'est pas possible de vous la faire connaître en entier ; je me bornerai à vous signaler les quelques parties qui sont d'un intérêt plus spécial pour les géologues.

De bonne heure, Fischer s'est préoccupé de la distribution des Mollusques, soit à la surface des continents, soit dans la profondeur des mers ; la distribution bathymétrique des animaux marins est la plus importante pour nous : elle peut nous fournir des indications précieuses sur l'étendue et la distribution des mers aux diverses périodes géologiques, en nous permettant de déterminer sous quelle profondeur d'eau les couches se sont déposées.

Forbes avait déjà distingué et caractérisé 4 zones bien nettes : la zone littorale, la zone des Laminaires (de 0 à 27^{m}), celle des Corallines (de 27 à 91^{m}) et celle des Coraux de mer profonde (de 91 à 185^{m} et au-delà). Fischer reprend cette étude d'abord sur les côtes du S.-O. de la France. La zone littorale y est bien caractérisée ; c'est là que se développe l'Huître de Portugal, représentant actuel des vraies Gryphées, à commissure tantôt plane, tantôt dentée, si fréquentes dans les formations tertiaires et secondaires.

La faune du bassin d'Arcachon avec ses bancs bien connus d'*O. edulis*, lui fournit un bon type de la zone des Laminaires ; on sait que c'est dans la même zone que se développent, dans les mers chaudes, les récifs de Polypiers.

Les dragages que notre confrère effectue d'abord au large d'Arcachon, qu'il poursuit ensuite de concert avec le Marquis de Folin, dans ce curieux golfe sous-marin, connu sous le nom de Fosse du Cap Breton, lui permettent de préciser la délimitation des zones proposée par Forbes, et d'en établir de nouvelles. Il arrête à 72^{m} la 3e zone ou zone des Corallines, où se développent les Algues calcaires associées à de nombreuses colonies de Bryozoaires et où habitent les grands Gastropodes carnassiers (Buccins, Tritons, Casques, etc.) et les grands Pectens. On a souvent signalé les analogies de cette faune avec celles des principaux gisements tertiaires reconnus en France.

Au-dessous, les conditions d'existence des animaux se modifient moins rapidement avec la profondeur, et les zones prennent une plus grande épaisseur. Il établit une division nouvelle, la zone des Brachiopodes, qui s'étend jusqu'à 500^{m}: les Bryozoaires y sont encore abondants, associés à certains Polypiers rameux (Dendrophyllia) et au corail; c'est l'habitat principal de l'*Ostrea cochlear*, dernier représentant des Pycnodontes de la craie et des Liogryphées du Jurassique. A la partie supérieure viennent se placer les bancs de corail, tandis qu'au-dessous commencent à se développer exclusivement les Polypiers simples. Beaucoup de faunes secondaires présentent des caractères analogues.

Un grand nombre des animaux recueillis par Fischer dans ses explorations en eau profonde étaient nouveaux, au moins pour les côtes de France, surtout parmi les Brachiopodes et les Coralliaires ; mais en outre il y retrouve à l'état vivant des Mollusques tels que la *Nassa semistriata*, considérés jusqu'alors comme caractéristiques du Pliocène et qui semblent s'être perpétués sur place depuis les temps tertiaires.

Au-dessous de 500^{m} les explorations du fond de la mer présentent des difficultés matérielles considérables et Fischer allait se trouver arrêté dans ses recherches, lorsque les expéditions du *Travailleur* et du *Talisman* vinrent lui permettre de pousser ses études jusqu'aux plus grandes profondeurs. Nommé membre de la commission des dragages sous-marins, il prit une part active aux quatre campagnes qui furent entreprises de 1880 à 1883; il en rapporta une moisson des plus riches, que nous avons pu admirer dans

l'exposition dont il a été l'un des organisateurs quelques années plus tard. Malheureusement il ne lui a pas été donné de nous faire connaître en détail cette faune si intéressante : d'autres occupations lui ont fait différer ce travail et la mort est venu le frapper avant même qu'il ait pu le commencer.

Il a cependant communiqué à diverses reprises, à l'Académie des Sciences, les résultats généraux de ses explorations : au point de vue de l'étude de la distribution bathymétrique des êtres vivants, il indique que les Brachiopodes et les Mollusques sont ceux qui fournissent les indications les plus précises, parce que leur pouvoir de déplacement est très faible, et qu'on a la certitude qu'ils ont réellement vécu sur les fonds où ils ont été dragués ; on doit y ajouter du reste les Crinoïdes, les Polypiers et les Spongiaires qui présentent les mêmes conditions de fixité. Fischer ajoute : « C'est en raison de leur habitat fixe ou limité que ces animaux à l'état fossile donnent des niveaux et des points de repère constants ; ils servent mieux que les autres à caractériser les couches fossilifères dont plusieurs tirent leur nom des genres qui y sont répandus avec le plus de constance ». On voit que même dans ces recherches purement zoologiques, le côté géologique n'était pas oublié. Il revient encore un peu plus loin sur le même sujet : « La délimitation de la zone abyssale avait pour moi, ajoute-t-il, un intérêt particulier, puisque j'avais cherché, après avoir caractérisé son faciès actuel, à appliquer ces données à l'étude du faciès abyssal de certaines couches fossilifères. Il résulte de l'examen de la faune abyssale actuelle de l'Atlantique et de la Méditerranée, que la faune de certaines couches pliocènes de la Sicile et des Calabres présente une association semblable de Mollusques et de Brachiopodes appartenant à des espèces identiques ou représentatives. On peut donc, avec vraisemblance, supposer que ces couches pliocènes ont été déposées à une grande profondeur. Les applications à la géologie seront de plus en plus nombreuses à mesure que les faunes abyssales seront mieux connues. Dans tous les cas, elles indiquent une voie nouvelle où s'engagent les géologues animés de l'esprit de progrès ».

Un autre fait l'avait frappé dans la distribution bathymétrique des faunes méditerranéennes ; au-dessous d'une faune superficielle luxuriante, on est étonné de ne rencontrer qu'une faune abyssale misérable qui contraste avec la merveilleuse richesse de la faune abyssale de l'Atlantique. C'est que dans cette mer presque fermée les eaux profondes ne se renouvellent pas et qu'elles sont complètement isolées des eaux de l'Océan par le seuil relativement élevé

du détroit de Gibraltar ; tandis que, en profondeur, les eaux de l'Océan se refroidissent jusqu'à 0°, dans la Méditerranée, au contraire, la température du fond ne descend pas au-dessous de 13°. On sait que les courants froids amènent dans les grands fonds de l'Atlantique, et jusque dans la zone tropicale, des Mollusques vivant sur les côtes de la région boréale dans des conditions de température analogues, mais à une faible profondeur ; de nos jours ces courants froids ne pénètrent pas dans la Méditerranée. Mais il n'en a pas été toujours ainsi : cette faune à faciès boréal se retrouve à l'état fossile dans ces couches du Pliocène de l'Italie, dont le caractère abyssal a été signalé plus haut. A cette époque, les courants froids du pôle arrivaient donc dans la Méditerranée et on doit en conclure que le seuil de Gibraltar n'existait pas ou du moins était beaucoup moins élevé qu'il ne l'est aujourd'hui.

Ainsi l'étude purement zoologique d'animaux, trouvés à l'état fossile en Sicile ou en Italie, a permis de démontrer l'existence de mouvements géologiques importants dans le Sud de l'Espagne à la fin du Pliocène. Quel meilleur exemple peut-on citer de l'appui mutuel que sont appelées à se prêter les diverses branches des sciences naturelles.

Il me reste à vous parler des travaux de Fischer particulièrement consacrés à l'étude des animaux fossiles ; ce ne sont ni les moins intéressants ni les moins considérables.

En collaboration avec d'Archiac et de Verneuil, il publie la Paléontologie de l'Asie mineure, dans laquelle plus de 300 espèces de fossiles sont décrites et figurées ; les matériaux en avaient été fournis par les explorations de Texier et de Tchihatcheff, et ce mémoire nous donne presque les premières indications certaines sur cette vaste région encore si peu connue.

Dans ses fouilles célèbres du Mont Leberon, notre éminent confrère, M. Gaudry, n'avait pas négligé les Invertébrés ; Fischer les décrit avec Tournouer et son étude le conduit à des conclusions importantes au point de vue des relations que présentent les faunes synchroniques des divers bassins miocènes du Sud de la France. Il revient du reste plusieurs fois sur les faunes tertiaires du bassin du Rhône, sur la mollasse marine de Lyon, sur la mollasse de Cucuron, et sur les fossiles pliocènes de Biot.

L'analyse microscopique des marnes de Licata, remarquables surtout par leur faune ichthyologique, lui permet de les rapprocher des marnes de Caltanisetta, rendues célèbres par les travaux d'Ehrenberg.

Signalons encore son étude sur les Mollusques fossiles de l'Attique, recueillis également par M. Gaudry, et sa Paléontologie des terrains tertiaires de l'île de Rhodes, publiée dans les Mémoires de notre Société.

Il ne borne pas du reste ses recherches aux terrains tertiaires ; il reconnaît parmi les fossiles rapportés par M. Vaillant, du Djebel Attaka, près de Suez, la présence des Hippurites, et c'est le gisement le plus méridional où ces fossiles aient été signalés dans l'ancien continent.

A plusieurs reprises, il nous fait connaître des fossiles rapportés de Madagascar par divers explorateurs et surtout par M. A. Grandidier; il démontre la présence dans cette île du terrain jurassique caractérisé par des Nérinées et de l'Eocène à *Nerita Schmideli*.

Sur des échantillons de l'Alaska rapportés par M. Pinart, il reconnaît le *Monotis salinaria* caractéristique du Trias, et des *Aucella* appartenant aux terrains secondaires; il signale aux îles Prybiloff des dépôts tertiaires de l'âge du Crag.

La Nouvelle-Calédonie lui fournit également des espèces caractéristiques du Trias, *Monotis richmondiana* et *Halobia* (?) ; il indique dans les couches à combustibles, une *Littorina,* voisine du *T. capitaneus*,mais que nous serions plutôt porté à rapprocher des *Hantkenia* de la craie supérieure.

En Chine, dans le Shensi méridional, il signale en 1874, dans les récoltes de l'abbé David, des fossiles appartenant incontestablement au Carbonifère et quelques autres qu'il place avec un certain doute sur l'horizon du Silurien supérieur.

Ces brèves et trop courtes indications suffiront du moins pour nous montrer toute l'étendue du talent de notre regretté confrère ; rien ne lui est étranger ; il aborde tous les sujets, et quel que soit l'objet de ses études, on y reconnaît la marque d'un esprit supérieur allié à la minutieuse précision du naturaliste. Et malgré ces travaux si nombreux, combien n'a-t-il pas laissé encore de matériaux qu'il ne lui a pas été donné d'utiliser !

Un point sur lequel je ne saurais trop insister, c'est l'agrément, c'est la cordialité de ses relations avec tous ses confrères ; il ne comprenait pas ces rivalités d'écoles, qui, si elles pouvaient donner quelquefois à nos réunions cet imprévu et ce piquant qui lui manquent peut-être un peu aujourd'hui, avaient aussi le grave inconvénient d'introduire les considérations de personnes dans des

questions d'ordre purement scientifique. Il pensait que le Muséum, la Sorbonne et l'Ecole des Mines devaient se prêter un mutuel appui, que pour faire progresser la science, il fallait non-seulement travailler soi-même, mais encore aider les autres de tout son pouvoir dans la recherche de la vérité : c'est là le vrai rôle des grands établissements publics, et il a voué toute sa vie à cette haute mission.

Il venait souvent dans nos collections, tantôt pour examiner un type ou pour nous communiquer une forme intéressante, tantôt pour discuter quelque point délicat de classification ; je n'ai pas besoin de dire quel plaisir c'était pour nous, et avec quelle rapidité passaient les trop courts instants qu'il pouvait prélever sur ses occupations habituelles. Il me faisait part de ses projets et quand je lui disais avec quelle impatience nous attendions la publication des matériaux importants qu'il avait recueillis dans des explorations des grandes profondeurs, il m'énumérait les travaux déjà commencés et qu'il devait avant tout terminer. « Encore 2 ou 3 ans, me disait-il, et je pourrai m'y consacrer tout entier. » Mais la mort est venue plus vite et il n'a même pas eu ce peu de temps qu'il demandait. Il a eu cependant une consolation suprême : il a pu voir grandir à côté de lui un fils ayant les mêmes goûts et les mêmes préoccupations que lui ; un fils qui, d'abord son élève, est devenu bientôt son aide, puis son collaborateur. Il m'a répété plus d'une fois quelle satisfaction, quelle joie profonde c'était pour lui de pouvoir associer son fils à ses travaux et de penser qu'il pourrait les continuer un jour. Avec sa modestie habituelle, il ajoutait que dans cette collaboration si rare, ce n'était bien souvent ni la meilleure, ni la plus grande part qui lui revenait.

Mais sa santé déclinait et l'obligeait à se ménager ; il a dû d'abord abandonner nos réunions du soir qu'il avait si longtemps et si assidûment suivies : quelques mois plus tard il succombait, malgré tous les soins et toutes les affections dont il était entouré.

La place qu'il occupait parmi nous reste vide, et quand nous pensons à tout ce qu'il a fait pour la science et pour ses amis, il nous semble que ce vide ne pourra jamais être rempli.

Mais la science ne doit pas connaître le découragement, quand un de ses soldats tombe au premier rang, les jeunes sont là tout préparés pour continuer la lutte et remporter les mêmes victoires.

Et d'ailleurs Fischer ne nous a-t-il pas laissé dans ses œuvres le meilleur de lui-même ; par elles, il continuera à vivre, même quand ceux qui l'ont connu, qui l'ont aimé, auront disparu à leur tour.

LISTE DES TRAVAUX DE P.-H. FISCHER

PROTOZOAIRES

1. Foraminifères de la Nouvelle-Calédonie (*Les Fonds de la Mer*, t. I, p. 252, 1870).
2. Foraminifères marins du département de la Gironde et des côtes du Sud-Ouest de la France (*Act. de la Soc. Linn. de Bordeaux*, t. XXVII, p. 377, 1870).
3. Foraminifères provenant du détroit de Magellan (*Les Fonds de la Mer*, t. I, p. 236, 1869).
4. Sur la présence dans les mers actuelles d'un type de Sarcodaire des terrains secondaires (*Compt. rend. de l'Acad. des Sciences*, vol. LXXXI, p. 1131, 1875. — *Journ. de Zool. de Gervais*, vol. IV, p. 530, 1875).
5. Sur un type particulier de Rhizopode (*Astrorhiza*) (*Journ. de zool. de Gervais*, vol. IV, p. 503, 1875).

SPONGIAIRES

6. Note sur quelques Spongiaires fossiles de la Craie appartenant au groupe des Géodies (*Act. de la Soc. Linn. de Bordeaux*, vol. XXVI, p. 233, 1 pl., 1867).
7. Recherches sur les Éponges perforantes fossiles (*Nouv. Archiv. du Muséum*, t. IV, p. 117, 2 pl., 1868).

CŒLENTÉRÉS

8-15. Sur les Actinies des côtes océaniques de France (*Compt. rend. de l'Acad. des Sciences*, vol. LXXIX, p. 1207, 1874). — Recherches sur les Actinies des côtes océaniques de France (*Nouvelles Archives du Muséum*, vol. X, p. 193, 1875). — Anthozoaires du département de la Gironde et des côtes du Sud-Ouest de la France (*Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux*, vol. XXX, p. 183, 1875). — Sur la distribution géographique des Actinies du littoral méditerranéen de la France (*Compt. rend. de l'Acad. des Sciences*, vol. CV, p. 1183, 1887). — Contribution à l'Actinologie française (*Arch. de zool. expérim. de Lacaze-Duthiers*, 2e série, vol. V, p. 381, 1887). — Sur la disposition des tentacules chez les Cérianthes (*Bull. de la Soc. zool. de France*, vol. XIV, p. 24, 1869). — Description d'une nouvelle espèce du genre *Edwardsia*, Quatrefages (*Bull. de la Soc. Zool. de France*, vol. XIII, p. 22, 1888; et *Actes de la Soc. Linnéenne de Bordeaux*, vol. XLII, p. 310, 1889). — Nouvelle contribution à l'Actinologie française (*Actes de la Soc. Linn. de Bordeaux*, vol. XLII, p. 251, 1889).
16. Sur les Hydrozoaires fossiles du genre *Hydractinia* (*B. S. G. F.*, vol. XXIV, p. 689, 1867).
17. Note sur le *Pavonaria quadrangularis* et sur les Pennatulides des côtes de France (*Bull. de la Soc. zool. de France*, vol. XIV, p. 34, 1889).
18. Note sur des Scyphistomes de Méduse Acraspède (*Bull. de la Soc. zool. de France*, vol. XIII, p. 96, 1888).

ÉCHINODERMES

19. Note sur les perforations de l'*Echinus lividus* (*Ann. des Sc. nat.*, p. 321, 1864).
20. Echinodermes des côtes de la Gironde et du Sud-Ouest de la France (*Act. de la Soc. Linn. de Bordeaux*, t. XXVII, p. 358, 1870).

ARTICULÉS (Crustacés)

21. Sur la distribution géographique des Crustacés podophthalmaires du golfe de Gascogne (*Compt. rend. de l'Acad. des Sc.*, t. LXXIV, p. 1589, 1872).
22. Crustacés podophthalmaires et Cirrhipèdes du département de la Gironde et des côtes du Sud-Ouest de la France (*Act. de la Soc. Linn. de Bordeaux*, vol. XXVIII, p. 405, 1873).
23. Crustacés ostracodes marins des côtes du Sud-Ouest de la France (*Actes de la Soc. Linnéenne de Bordeaux*, vol. XXI, p. 247, 1877).
24. Description d'un nouveau genre de Cirrhipèdes (*Stephanolepas*) parasite des Tortues marines (*Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux*, vol. XL, p. 193, 1886).
25. Sur deux espèces de *Lepas* fossiles du Miocène des environs de Bordeaux (*Actes de la Soc. Linnéenne de Bordeaux*, vol. XL, p. 189, 1886).
26. Cirrhipèdes de l'Archipel de la Nouvelle-Calédonie (*Bull. de la Soc. zool. de France*, vol. IX, p. 355, 1884).
27. Description d'une nouvelle espèce de *Scalpellum* du Japon (*Bull. de la Soc. zool. de France*, vol. XVI, p. 116, 1891).
28. Sur une monstruosité du Crabe Tourteau (*Platycarcinus pagurus*, Linné) (*Bull. de la Soc. zool. de France*, vol. XIII, p. 69, 1888).

BRYOZOAIRES

29. Mémoire sur les Bryozoaires perforants de la famille des Térébriporides (Mém. prés. à l'Instit., *Nouv. Archiv. du Muséum*, t. II, p. 253, 1 pl. 1866).
30. Bryozoaires marins du département de la Gironde et des côtes du Sud-Ouest de la France (*Act. de la Soc. Linn. de Bordeaux*, t. XXVII, p. 329, 1870).

BRACHIOPODES

31-33. Expéditions scientifiques du *Travailleur* et du *Talisman*. Brachiopodes, 140 pages avec 8 pl., 1891. — Diagnoses de nouveaux Brachiopodes (*Journ. de conchyl.*, vol. XXXVIII, p. 76, 1890). — Sur la répartition stratigraphique des Brachiopodes de mer profonde recueillis durant les expéditions du *Travailleur* et du *Talisman* (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, vol. CXI, p. 202, 1890). — En collaboration avec D. P. Œhlert.
34. Note sur une monstruosité de l'*Acanthothyris spinosa* (*Journ. de conchyl.*, vol. XXVII, p. 343, 1879).

35-36. Brachiopodes provenant des campagnes de l'*Hirondelle*, en 1886, 1887, 1888 (*Bull. de la Soc. zool. de France*, vol. XV, p. 118, 1890). — Résultats des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht par le Prince Albert Ier, Prince de Monaco. Brachiopodes, avec 2 pl., 1892). — En collaboration avec D. P. Œhlert.

37. Note sur la distribution géographique des Brachiopodes aux Antilles (en collaboration avec M. Crosse) (*Journ. de conch.*, t. XIV, p. 265, 1866). — Supplément (*Ibid.* t. XVII, p. 113, 1869).

38. Description de nouveaux Brachiopodes du terrain tertiaire moyen du Sud-Est de la France (*Journ. de conch.*, t. XVII, p. 79, 1869).

39. Brachiopodes des côtes océaniques de France (*Journ. de conch.*, t. XVIII, p. 377, 1870). — 1er supplément (Ibid., t. XIX, p. 103, 1871). — 2e supplément (Ibid., t. XX, p. 160, 1872).

MOLLUSQUES

Anatomie

40. De la symétrie des Mollusques (*Journ. de conch.*, vol. VI, p 258, 1855).

41-42. Sur le spermatophore du *Bulimus acutus* (*Journ. de conch.*, t. V, p. 121, 1856). — Etude sur les spermatophores des Gastéropodes pulmonés (*Ann. des sc. nat.*, t. VII, p. 367, 1857).

43. Monographie du genre Testacelle (en collaboration avec M. Gassies). (*Actes de la Soc. Linnéenne de Bordeaux*, vol. XXI, p. 195, 2 pl., 1856).

44 Monographie des *Daudebardia* (*Journ. de conch.*, t. V, p. 13, 1 pl. 1856).

45. Note sur la plaque linguale des Glandines, en collaboration avec M. Crosse (*Journ. de conch.*, t. XVI, p. 234, 1868).

46. Note sur le ruban lingual du *Gonospira palanga*, Lesson, en collaboration avec M. Crosse (*Journ. de conch.*, t. XVII, p. 213, 1869).

47. Sur l'anatomie des Hélices carnassières de la Nouvelle-Calédonie (*Journ. de conch.*, t. XXI, p. 5, 1873).

48. Sur la disposition générale du système nerveux chez les Mollusques gastéropodes stylommatophores (*Compt. rend. de l'Acad. des Sciences*, vol. LXXXI, p. 712, 1875).

49. Sur l'anatomie des Bulimes néo-calédoniens du groupe *Placostylus* (*Journ. de conch.*, t. XIX, p. 161, 1 pl., 1871).

50. Sur la plaque linguale de quelques *Bulimus* (*Journ. de conch.*, t. XX, p. 289, 1 pl., 1872).

51-52. Note sur l'animal du *Succinea rubescens*, Deshayes (*Journ. de conch.*, t. XXI, p. 324, 1873). — Observations anatomiques sur divers Mollusques des Antilles attribués au genre *Succinea* (*Journ. de conch.*, t. XXII, p. 137, 2 pl. 1874).

53. Anatomie de deux Mollusques pulmonés terrestres appartenant aux genres *Xanthonyx* et *Hyalimax* (*Journ. de conch.*, t. XV, p. 215, 1 pl. 1867).

54. Anatomie de l'*Athoracophorus hirudo* (*Journ. de conch.*, t. XVI, p. 225, 1 pl. 1868).

55. Sur la mâchoire et l'armature linguale des Cylindrelles (*Journ. de conch.*, t. XVII, p. 321, 1869). — Études sur la mâchoire et l'armature linguale des *Cylindrellidæ* et de quelques genres voisins sous le rapport conchyliologique, en collaboration avec M. Crosse (*Journ. de conch.*, t. XVIII, p. 5, 3 pl., 1870.

56. Anatomie de l'*Anostome* (*Journ. de conch.*, t. XVII, p. 209, 1 pl. 1869). — Note complémentaire sur l'anatomie de l'*Anostome* (ibid., t. XIX, p. 261, 1871).

57. Note sur l'anatomie de l'*Helix dictyodes*, Pfeiffer (*Journ. de conchyl.*, vol. XXIII, p. 273, 1875).

58-59. Sur les *Urocyclus* de Mayotte et de Nossi-Comba (*Journ. de conch.*, vol. XXX, p. 261, 2 pl., 1882). — Sur les *Urocyclus* et les *Vaginula* de Nossi-Bé, Nossi-Comba et Mayotte (*Journ. de conch.*, vol. XXXI, p. 54, 1883).

60. Anatomie de l'animal du genre *Ringicula* (*Journ. de conch.*, vol. XXVI, p. 114, 1878).

61. Sur l'organisation des Gastropodes prosobranches sénestres (En collaboration avec M. E. L. Bouvier). (*Compt. rend. de l'Acad. des Sciences*, vol. CXI, p. 412, 1890).

62. Monographie du genre *Halia*, Risso (*Journ. de conch.*, t. VII, p. 141, 1 pl., 1858).

63. Sur l'anatomie des *Hipponyx* (*Journ. de conch.*, t. X, p. 5, 1 pl., 1862).

64. Sur l'anatomie des *Lyria* (*Journ. de conch.*, t. XV, p. 350, 1 pl., 1867).

65. Sur l'anatomie des *Neritopsis* (*Journ. de conch.*, t. XXIII. p. 197, 1 pl., 1875).

66. Note sur les organes visuels des *Strombus* (*Journ. de conch.*, t. IX, p. 213, 1861.

67. Note sur l'anatomie du *Voluta musica*, Linné (*Journ. de conchyl.*, vol. XXVII. p. 97, 1 pl., 1879).

68. Note sur l'animal de l'*Adeorbis subcarinatus*, Montagu (*Journ. de conchyl.*, vol. XXX, p. 166, 1 pl., 1885).

69. Note sur l'animal de l'*Hybocystis elephas*, de Morgan (*Journ. de conch.*, vol. XXXIII, p. 174, 1 pl., 1885).

70. Note sur l'animal du genre *Cyclosurus*, Morelet (*Journ. de conchyl.*, vol. XXXVI, p. 293, 1 pl., 1888).

71. Etudes sur l'anatomie des Pholades (*Journ. de conch.*, t. VII, pp. 49, 169, 242, 1 pl., 1858; t. VIII, pp. 5, 337, 2 pl., 1860).

72. Note sur l'animal du *Jouannetia Cumingi* (*Journ. de conch.*, t. X, p. 371, 1 pl., 1862).

73. Note sur les métamorphoses du *Jouannetia Cumingi* (*Journ de conch.*, t. XI, p 225, 1 pl., 1863).

74. Anatomie du genre *Fistulana* (*Journ. de conch.*, t. XIV, p 322, 2 pl., 1866).

75 Du genre *Eucharis* (*Journ. de conch.*, t. VIII, p. 23, 1860).

76. Note sur l'animal du *Fragilia Yantaiensis* (*Journ. de conch.*, t. XI, p. 79, 1 pl., 1863)

77. Sur l'anatomie des Cyrènes (*Journ. de conch.*, t. XI, p. 5, 1 pl., 1863).

78. Notes sur l'anatomie des Cyrènes américaines (*Ann. of Lyceum of nat. hist. New-York*, vol. X, October 1872).

79. Monographie du genre *Galatea* (en collaboration avec M. Bernardi, in-4°, 48 pages, 10 pl., 1860).
80 Sur l'anatomie des *Hinnites* (*Journ. de conch.*, t. X, p. 205, 1 pl., 1862).
81. Note sur l'animal du genre *Perna* (*Journ. de conch.*, t. IX, p. 19, 1 pl., 1861).
82. Anatomie du genre *Septifer* (*Journ. de conch.*, t XIV, p. 5, 1 pl. 1866).
83. Mélanges conchyliologiques (*Actes de la Soc. Linnéenne de Bordeaux*, vol. XIX, p. 394; vol. XX, pp. 357, 444, 1854-56).
84. Observations anatomiques sur quelques Mollusques peu connus (*Journ. de conch.*, t. V, pp. 226, 321, 1856; t. VI, pp. 26, 113, 327, 3 pl. 1857).

Physiologie, Éthologie

85. Note sur quelques points de l'histoire naturelle des Patelles (*Journ. de conch.*, t. XI, p. 320, 1863).
86. Sur l'accouplement du *Littorina rudis* (*Journ. de conch.*, t. XVI, p. 15, 1868).
87. Note sur les mœurs du *Murex erinaceus* (*Journ. de conch.*, t. XIII, p. 5, 1865).
88. Sur les déprédations des Mollusques zoophages à l'époque éocène (*B. S. G. F.*, p. 691, 1867.
89. De l'épiphragme et de sa formation (*Journ. de conch.*, t. IV, p. 397, 1853).
90. De la respiration chez les Gastéropodes pulmonés terrestres (*Journ. de conch.*, t. IX, p. 101, 1861).
91. Sur l'accouplement et la ponte des Aplysiens (*Compt. rend. de l'Acad. des Sc.*, t. LXIX, p. 1095, 1869). — Observations sur les Aplysies (*Ann. des sc. nat.*, t. XIII, 1870).
92. Observations sur quelques points de l'histoire naturelle des Céphalopodes (*Ann. des sc. nat.*, 5e sér., t. VI, p. 308, et t. VII, p. 97, 1866 et 1867).
93. Note sur la natation du *Pecten maximus* (*Journ. de conch.*, t. XVII, p. 121, 1869).
94. Sur le byssus du *Pecten varius* (*Journ. de conch.*, t. XV, p. 107, 1867).
95. Note sur l'érosion du test chez les coquilles fluviatiles univalves (*Act. de la Soc. Linn. de Bordeaux*, t. XVIII, p. 155, 1 pl., 1852). Supplément (Ibid., t. XX, p. 131, 1855).
96. Des phénomènes qui accompagnent l'immersion des Mollusques terrestres (*Act. de la Soc. Linn. de Bordeaux*, t. XIX, p. 51, 1853).
97 Addition à une note de M. Bavay sur la reproduction des *Helix Cooperi* et *hœmastoma* (*Journ. de conch.*, vol. XXXII, p. 384, 1884).
98. Note sur le *Potamides fluviatilis*, Potiez et Michaux (*Journ. de conch.*, XXXII, p. 381, 1884).
99. Note sur la dissémination des Mollusques d'eau douce (*Journ. de conch.*, vol. XXXIX, p. 16, 1891); Supplément (Ibid., p. 211, 1891).
100. Sur le mécanisme de la respiration chez les *Ampullariidæ* (En collaboration avec M. E. L. Bouvier) (*Compt. rend. de l'Acad. des Sc.*, p. 111, juillet 1890).
101. Sur les Gastéropodes parasites des Échinodernes (*Bull. Soc. philom.*, p. 40, 1864.

102. Observations sur l'*Auricula* (Alexia) *denticulata* (*Journ. de conch.*, vol. XXVI, p. 309, 1878).

103. Sur les conditions d'existence de l'*Ostrea angulata*, Lamarck (*Journ. de conch.*, vol. XXVIII, p. 83, 1880).

Développement

104. Note sur la coquille embryonnaire des *Xenophora* (*Journal de conch.*, t. XXI, p. 123, 1873).

105. Sur la coquille embryonnaire du *Dolium perdix* (*Journ. de conch.*, t. XI, p. 147, 1863).

106. Documents sur les globules polaires de l'ovule des Mollusques (*Journ. de conch.*, t. XI, p. 313, 1863).

107. Sur le développement des *Chiton* (trad. de S. Lovén) (*Journ. de conch.*, t. VI, p. 144, 1857).

108. Note sur la rapidité du développement des coquilles (*Journ. de conch.*, t. VII, p. 62, 1858).

109. Note sur la rapidité de l'accroissement des *Mytilus* (*Journ. de conch.*, t. XII, p. 5, 1864).

110. Sur la sinistrorsité de la coquille des Planorbes (*Journ. de conch.*, vol. XXV, p. 198, 1877).

111. De la résorption des parois internes du test chez les *Auriculidæ* (En collaboration avec M. Crosse) (*Journ. de conch.*, vol. XXVII, p. 143, 1879). — Note complémentaire (Ibid., vol. XXX, p. 117, 1882).

Tératologie

112. Quelques mots sur la tératologie conchyliologique (*Journ. de conch.*, t. VII, p. 235, 1858).

113. Note sur une monstruosité du *Patella vulgata* (*Journ. de conch.*, t. XII, p. 89, 1864).

114. Sur les anomalies des tentacules et des tubercules oculifères chez les Gastéropodes (*Bull. Soc. philom.*, p. 2, 1864).

115. De l'hermaphrodisme complet chez les Gastéropodes (*Journ. de conch.*, t. VII, p. 262, 1858).

116. Des anomalies de l'opercule dans les genres *Volutharpa* et *Buccinum* (*Journ. de conch.* t. XXIII, p. 131, 1875).

117. Sur une anomalie de l'*Helix nemoralis* (*Journ. de conch.*, vol. XXV, p. 211, 1877).

118. Note sur une monstruosité (*Journ. de conch.*, vol. VII, p. 181, 1858).

119. Monstruosité sénestre d'une Telline (*Journ. de conch.*, vol. XXVIII, p. 234, 1880).

120. Cas d'albinisme chez le *Limax maximus* (*Journ. de conch.*, vol. XXVIII, p. 299, 1880).

121. Note sur une monstruosité de *Triopa clavigera*, Lovén (*Journ. de conch.*, vol. XXXVI, p. 131, 1888).

Distribution géographique, faunes locales, acclimatation

122. De l'influence des îles sur les espèces (*Journ. de conch.*, t. V, p. 72, 1856).

123. Détermination des régions du globe dont la faune est insuffisamment connue (*Bull. de la soc. zool. de France*, vol. XIV, p. 138, 1889. — *Comptes-rendus des séances du congrès international de zoologie*, p. 17, 1889).

124. Mission scientifique au Mexique et dans l'Amérique centrale ; ouvrage publié par ordre du Ministre de l'instruction publique. — Recherches zoologiques ; publiées sous la direction M. Milne-Edwards.— 7e partie : Études sur les Mollusques terrestres et fluviatiles (en collaboration avec M. Crosse), 3 vol. gr. in-4°, dont un atlas de 70 planches coloriées et gravées, 1869-1892. — *Diagnoses Molluscorum novorum Guatemalæ et Reipublicæ mexicanæ* (*Journ. de conch.*, t XVII, pp. 28, 190, 250, 1869 ; t. XVIII, p. 237 ; t. XIX, p. 297, 1870 ; t. XX, pp. 59, 75, 146, 222, 301, 1872 ; t. XXI, p. 286, 1873 ; t. XXII, p. 283, 1874 ; t. XXIII, pp. 59, 225, 1875 ; t. XXIV, p. 384, 1876 ; t XXV, pp. 271, 362, 1877 ; t. XXVI, pp. 68 et 250, 1878 ; t. XXVII, pp. 46, 341, 1879 ; t. XXIX, p. 334, 1881 ; t. XXXI, p. 102, 1883 ; t. XXXIX, p. 24, 1891) — *Diagnoses Ampullariarum novarum Guatemalæ et Reipublicæ mexicanæ incolarum* (*Journ. de conch.*, vol. XXXVIII, p. 110, 1890). — *Diagnosis Pachychili novi Guatemalæ incolæ* (*Journ. de conch.*, vol. XXXIX, p. 216, 1891). — Description d'une variété nouvelle d'Anodonte recueillie par M. Forrer dans l'Etat de Sinaloa (Mexique) (*Journ. de conch.*, vol. XXXI, p. 219, 1883). – Note sur l'épiderme hispide des jeunes *Ampullaria* (*Journ. de conch.*, vol. XXXVIII, p. 114, 1890). — Note sur la distribution géographique des *Helix* du Mexique et du Guatemala, accompagnée d'un catalogue des espèces actuellement connues (*Journ. de conch.*, t. XXI, p. 258, 1873). — Diagnose d'un *Eucalodium* nouveau (*Journ. de conch.*, t. XVI, p. 276, 1868). — Note sur les genres *Eucalodium* et *Strebelia* (*Journ. de conch.*, t. XVI, p. 85, 1868). — Note sur le genre *Xanthonyx* et catalogue des espèces qu'il comprend (*Journ. de conch.*, t. XV, p. 221, 1867), — En collaboration avec M. Crosse.

125. Histoire physique, naturelle et politique de Madagascar, publiée par Alfred Grandidier, vol. XXV, Histoire naturelle des Mollusques, 21e fascicule, avec 26 planches, 1889. — Description d'un genre nouveau et de deux espèces nouvelles de Mollusques terrestres de Madagascar (*Journ. de conch.*, t. XIX, p. 331, 1871). — *Diagnoses Molluscorum novorum insulæ Madagascar dictæ incolarum* (Ibid., t. XX, p. 209, 1872 ; t. XXI, p. 156, 1873). — Description du nouveau genre *Euptychia* de Madagascar (Ibid., t. XXII, p. 76, 1874). — Note sur l'habitat des *Helix Chastellii*, Férussac, et *Helix fulgurata*, Sowerby (*Journ. de conch.*, t. XXI, p. 116, 1873). — Note sur le nouveau genre *Acroptychia* de Madagascar (*Journ. de conch.*, vol. XXV, p. 70, 1877). — *Diagnosis Helicis novæ insulæ Madagascar dictæ incolæ* (*Journ. de conch.*, vol. XXIII, p. 226, 1875 ; vol. XXIV, p. 167, 1876 ; vol. XXV, p. 78, 1877). — Note rectificative sur l'*Helix Farafangensis*, H. Adams, de Madagascar (*Journ. de conch.*, vol. XXIX, p. 160, 1881). — Note sur l'*Helix sepulchralis* de Férussac, et sur quelques espèces voisines du

groupe des *Ampelita* (*Journ. de conch.*, vol. XXXVIII, p. 122, 1890). — Description d'une espèce de coquille fluviatile provenant de Madagascar (*Journ. de conch.*, vol. XXVI, p. 73, 1878). Description d'une nouvelle espèce de *Cyclostoma* provenant de Madagascar (*Journ. de conch.*, vol. XXX, pp. 54 et 110, 1882). — *Diagnosis Cyclostomatis novi insulæ Madagascar incolæ* (*Journ. de conch.*, vol. XXXV, p 227, 1887, et vol. XXXVI, p. 100, 1888). — Description d'une nouvelle espèce de *Pupa* provenant de Nossi-Bé (*Journ. de conch.*, vol. XXVII, p. 49, 1879). — En collaboration avec H. Crosse.

126. Notes pour servir à la faune malacologique de l'Archipel calédonien (*Journ. de conch.*, t. VIII, p. 329, 1859 ; t. IX, pp. 193, 352, 1860 ; t. IX, p. 143, 1861 ; t. XI, p. 49, 1863). — Additions à la faune calédonienne (*Journ. de conch.*, vol. VII, p. 72 1858). — Catalogue des Mollusques appartenant aux genres *Turbo*, *Calcar et Trochus*, recueillis dans les mers de l'Archipel calédonien (*Journ. de conch.*, t. XXIII. p 44, 1875).— Supplément suivi de la liste des espèces des genres *Delphinula*, *Liotia* et *Phasianella* (*Journ. de conch.*, t. XXVI, p. 105, 1878). — Description d'un Nudibranche inédit provenant de la Nouvelle-Calédonie, avec le catalogue des espèces du genre *Ceratosoma* (*Journ. de conch.*, vol. XXIV, p. 91, 1876). — Remarque sur l'habitat et la synonymie de quelques espèces de la Nouvelle-Calédonie (*Journ. de conch.*, vol. XXIV, p. 148, 1876). — Description d'une espèce inédite du genre *Modulus*, provenant de la Nouvelle-Calédonie (*Journ. de conch.*, vol. XXX, p. 109, 1882). — Description d'un *Athoracophorus* inédit, provenant de la Nouvelle-Calédonie (*Journ. de conch.*, t. XVIII, p. 238, 1870).

127. Sur la faune conchyliogique de l'Ile du Lord Howe (Océan Pacifique) (*Journ. de conch.*, vol XXXIX, p. 305, 1892).

128. Description des espèces nouvelles de l'Australie méridionale (*Journ. de conch.*, vol. XIII, pp. 38 et 422, 1865). — En collaboration avec H. Crosse.

129. Note sur la faune malacologique de Cochinchine (*Journ. de conch.*, vol XI, p. 343, 1863). — Supplément (vol. XII, p. 322, 1864). — Mollusques fluviatiles recueillis au Cambodge par la mission scientifique française de 1873 (*Journ. de conch.*, vol. XXIV, p. 313, 1876). — Description d'une espèce nouvelle de *Melania* provenant du Cambodge (*Journ. de conch.*, vol. XXX, p. 112, 1882). — Note sur la faune conchyliologique marine de l'Annam (*Journ. de conch.*, vol XXXVII, p. 281, 1889). — Mollusques marins de la Baie d'Halong, Tonkin (*Journ. de conch.*, vol. XXXVIII, p. 15, 1890). — Note complémentaire sur le *Natica funiculata*, Récluz (*Journ. de conch.*, vol. XXXVIII, p. 119, 1890). — En collaboration avec H. Crosse.

130. Note sur la faune conchyliologique terrestre et fluviatile de l'Ile d'Hainan (Chine) (*Journ. de conch.*, vol. XXXVIII, p. 96, 1890). — Supplément (Ibid., vol. XXXIX, p. 221, 1891).

131. Faune malacologique du Lac Baïkal (En collaboration avec H. Crosse) (*Journ. de conch.*, vol XXVII, p. 145, 1879).

132. Catalogue et distribution géographique des Mollusques terrestres, fluviatiles et marins d'une partie de l'Indo-Chine (Siam, Laos, Cambodge, Cochinchine, Annam, Tonkin) (*Soc. d'Histoire nat. d'Autun.* Quatrième bulletin, p. 87-276, 1891).

133-134. Note sur les faunes conchyliologiques des deux rivages de l'isthme de Suez (*Journ. de conch.*, t XXXIII, p. 241, 1865). — Sur la faune conchyliologique marine des baies de Suez et de l'Akabah (*Journ. de conch.*, t. XVIII, p. 176, 1870). — Sur la faune conchyliologique marine de la baie de Suez, deuxième article (*Journ. de conch.*, vol. XIX, p 202, 1871).

135. Liste des coquilles recueillies par M. F. Houssay dans le Golfe Persique (*Journ. de conch.*, vol. XXXIX, p. 222, 1891.

136. Sur les Mollusques terrestres de l'Ilot Branco (Archipel du Cap Vert) (*Journ. de conch.*, vol. XXXII, p. 379, 1884).

137. Note sur la présence, en Algérie, du *Ropan* d'Adanson (*Journ. de conch.*, t. XIII, p. 127, 1865).

138. Mollusques terrestres et fluviatiles à ajouter aux catalogues français (*Journ. de conch.*, t. V, p. 158, 1856.

139-140. Note sur la présence du genre *Dreissena* dans les eaux de la Loire (*Journ. de conch.*, t. XII, p. 309, 1864). — Sur l'acclimatation des *Dreissena* en France (*Journ. de conch.*, t. XV, p. 118, 1867).

141. Note sur la distribution géographique de quelques Mollusques (*Journ. de conch.*, t. VII, p. 119, 1858).

142. Note sur les espèces du genre *Fusus* qui habitent les côtes océaniques de France (*Journ. de conch.*, t. XVI, p. 35, 1868).

143. Catalogue des Nudibranches et des Céphalopodes des côtes océaniques de la France (*Journ. de conch.*, t. XV, p. 5. 1867). — 1er supplément (Ibid., t. XVII, p. 5, 1869). — 2e supplément (Ibid., t. XX, p. 5, 1872). — 3e supplément (Ibid., t. XXIII, p. 204, 1875).

144. Note sur la présence du genre *Corambe*, Bergh, dans le Bassin d'Arcachon (Gironde) (*Bull. de la Soc. zool. de France*, vol. XIII, p. 215, 1888).

145. Note sur la distribution géographique du *Panopœa Aldrovandi* (*Journ. de conch.*, vol. XXIX, p. 255, 1888).

146. Faune conchyliologique marine du département de la Gironde et des côtes du Sud-Ouest de la France (*Act. de la Soc. Lin. de Bordeaux*, t. XXV, p. 257, 1865). — 1er supplément (Ibid., t. XXVII, p. 71, 1869). — 2e supplément (Ibid., t. XXIX, p. 193, 1874). — 213 p.

147. Essai sur la distribution géographique des Brachiopodes et des Mollusques du littoral océanique de la France (*Act. de la Soc. Linn. de Bordeaux*, vol. XXXII, p. 171, 1878).

148. L'ostréiculture dans le département de la Gironde (*Journ. de zool. de Gervais*, vol. IV, p. 216, 1875).

149. Note sur la faune malacologique des îles Berlingues (Portugal) (*Journ. de conch.*, vol. XXXII, p. 375, 1884).

150. Catalogue des Invertébrés de la rade de Gijon (*Les fonds de la Mer*, vol. III, p. 220, 1877).

151. Catalogue des Mollusques marins de la Baie de Vares, au nord de l'Espagne (dans le livre intitulé : *Sous les Mers, campagne d'exploration du Travailleur et du Talisman*, par le marquis de Folin, p. 201, 1887).

152. Mollusques marins des îles Aléoutiennes provenant du voyage de M. Al. Pinart (*Journ. de conch.*, t. XXI, p. 243, 1873). — Voyage à la côte nord-ouest de l'Amérique par Al. Pinart, vol. I, zoologie, 1875.

153. Catalogue des coquilles recueillies à la Guadeloupe et ses dépendances, par M. Beau (*Revue coloniale*, 1858).

154. Remarques sur la coloration générale des coquilles de la côte occidentale d'Amérique (*Journ. de conch.*, t. XXIII, p. 105, 1875).

155. Acclimatation en France de Mollusques exotiques (*Journ. de conch.*, vol. XIII, p. 65, 1865).

Distribution bathymétrique

156. Résultats zoologiques des dragages exécutés dans le golfe de Gascogne (*Compt. rend. de l'Ac. des Sc.*, t. LXVII, p. 1004, 1868).

157. Recherches bathymétriques sur la faune de la fosse du cap Breton (en collaboration avec le marquis de Folin). (*Compt. rend. de l'Acad. des Sc.*, t. LXXII, p. 862, 1871). — Note sur les dragages exécutés dans la fosse du cap Breton durant l'année 1871 (Ibid., t. LXXIV, p. 750, 1872). — Exploration bathymétrique de la fosse du cap Breton en 1872 (Ibid., t. LXXVI, p. 582, 1873). — Exploration bathymétrique de la fosse du cap Breton (*Journ. de zool. de Gervais*, vol. II, p. 99, 1873). — *Les Fonds de la Mer*, par MM. Fischer, de Folin et Périer, t. II : Étude spéciale du golfe de Gascogne et des côtes de France, 1875.

158-159. Faune des dépôts littoraux de la France, en collaboration avec M. Delesse (*Compt. rend. de l'Ac. des Sc.*, t. LXXII, p. 370, 1871). — Lithologie du fond des mers, par Delesse (*Appendice* : analyse des dépôts littoraux et sous-marins, 1872).

160. Examen d'une série de sondages exécutés dans l'Atlantique sous la direction du Commandant Vignes (*Journ. de zool. de Gervais*, vol. IV, p. 298, 1875).

161. Résultats de l'expédition scientifique de l'aviso le *Travailleur* sur les côtes du Nord de l'Espagne, en juillet 1880 (*Actes de la Soc. Linn. de Bordeaux*, vol. XXXIV, p. XXX, 1880). — Sur la faune malacologique abyssale de la Méditerranée (*Compt. rend. de l'Ac. des Sc.*, vol. XCXIV, p. 1201, 1882). — Sur les Mollusques solénoconques des grandes profondeurs de la mer (*Compt. rendus de l'Ac. des Sc.* vol. XCXVI, p. 797, 1883). — Sur les espèces de Mollusques arctiques trouvés dans les grandes profondeurs de l'Océan atlantique intertropical (*Compt. rend. de l'Ac. des Sc.* vol. XCXVII, p. 1497, 1883). — Diagnoses d'espèces nouvelles de Mollusques recueillis dans le cours des expéditions scientifiques de l'aviso le *Travailleur* (1880-1881) (*Journ. de conch.*, vol. XXX, pp. 49 et 273, 1882). — Diagnoses d'espèces nouvelles de Mollusques recueillis dans le cours de l'expédition scientifique du *Talisman* (1883) (*Journ. de conch.*, vol. XXXI, p. 391, 1883). — Note additionnelle sur le *Rimula Asturiana* (*Journ. de conch.*, vol. XXX, p. 278, 1882). — Note préliminaire sur une nouvelle espèce du genre *Cirroteuthis* (*Journ. de conch.*, vol. XXXI, p. 402, 1883).

162. Sur la zone littorale (*Compt. rendus de l'Acad. des Sc.*, 15 juin 1874).

163. Les dragages récents du Challenger, au sud de l'Atlantique (*Journ. de zoologie de Gervais*, t. III, p. 452, 1874).

Distribution hypsométrique.

164. Note sur la distribution hypsométrique des Mollusques vivants dans les Pyrénées centrales (*Compt. rend. de l'Acad. des Sc.*, vol. LXXXI, p. 624, 1875). — Faune malacologique de la vallée de Cauterets, suivie d'une étude sur la répartition des Mollusques dans les Pyrénées (*Journ. de conch.*, vol. XXIV, p. 51, 1876). — Additions et corrections à la note précédente (Ibid., vol. XXV, p. 49, 1877). — Deuxième supplément (Ibid., vol. XXVI, p. 137, 1878). — Note sur l'habitat anormal de quelques Mollusques aquatiques de la vallée de Cauterets, Hautes Pyrénées (Ibid., vol. XXXVII, p. 217, 1889). — Faune malacologique de la vallée du Mont-Dore (Ibid., vol. XXVIII, p. 289, 1880). — Contribution à la faune malacologique du Puy-de-Dôme, Mollusques des environs de Châtel-Guyon (Ibid., vol. XXXIII, p. 302, 1885).

Classification générale.

165. Manuel de Conchyliologie et de Paléontologie conchyliologique (Un vol. gr. in-8° de 1369 pages, XIII planches et 1138 dessins dans le texte, 1887).
166. Sur la classification des Mollusques (*Journ. de conch.*, vol. XXVII, p. 238, 1880).
167. Sur la classification des Céphalopodes (*Journ. de conch.*, vol. XXX, p. 55, 1882).
168. Une nouvelle classification des Bivalves (*Journ. de conch.*, vol. XXXII, p. 113, 1884).
169. Sur la nouvelle classification des Mollusques de M. von Ihering (*Journ. de zool. de Gervais*, vol. VI, p. 1, 1877).
170. Subdivisions des Ammonites (*Journ. de conch.*, vol. XXVII, p. 217, 1879).
171. Le transformisme et les travaux de M. Barrande sur les Céphalopodes (*Journ. de zool. de Gervais*, vol. VI, p. 119, 1877).

Description, étude de genres et d'espèces vivantes.

PÉLÉCYPODES.

172. Liste monographique des espèces du genre *Taret* (*Journ. de conch.*, t. V, pp. 129 et 254, 1856).
173. Note sur les genres *Hippagus* et *Verticordia* (*Journ. de conch.*, t. VIII, p. 295, 1860; t. X., p. 378, 1862).
174. Liste des espèces du genre *Galatea* (*Journ. de conch.*, t. VI, p. 337, 1857).
175. Liste monographique des espèces du genre *Cardilia* (*Journ. de conch.*, t. IX, p. 335, 1861).
176. Énumération monographique des espèces du genre *Dreissena* (*Journ. de conch.*, t. VII, p. 123, 1858).
177. Sur un nouveau type de Mollusques (*Journ. de conch.*, vol. XXXV, p. 201, 1887).
178. Description d'un genre nouveau *Philis* (*Journ. de conch.*, t. IX, p. 345, 1861).

179. Description d'espèces nouvelles de l'Afrique occidentale (*Journ. de conch.*, vol. XXIV, p. 236, 1876).
180. Nouvelles observations sur le genre *Eucharis*, Récluz (*Journ. de conch.*, vol. XXXIV, p. 193, 1886).
181. Observation sur le genre *Berthelinia* (en collaboration avec M. Crosse) (*Journ. de conch.*, vol. XXXV, p. 305, 1887).
182. Observation sur les genres *Mycetopus* et *Solenaia* (*Journ. de conch.*, vol. XXXVIII, pp. 5 et 93, 1890).

SCAPHOPODES.

183. Note sur le *Dentalium gracile*, Jeffreys (*Journ. de conch.*, t. XX, p. 140, 1872).

GASTROPODES.

184. Spéciès général et iconographie des coquilles vivantes, commencé par L. Kiéner. — Continuation. — Genre *Turbo*, 42 planches. — Genre *Trochus*, 120 planches gravées et coloriées (1872-1880).
185. Note sur le *Turbo phasianellus*, Deshayes (*Journ. de conch.*, t. XXII, p. 156, 1874).
186. Note sur le *Trochus moniliferus*, Lamarck (*Journ. de conch.*, t. XXIII, p. 131, 1875).
187. *Diagnoses Trochorum novorum* (*Journ. de conch.*, vol. XXVI, p. 62, 1878 ; vol. XXVII, p. 22, 1879 ; vol. XXXIV, p. 72, 1886).
188. Étude sur un groupe de coquilles de la famille des *Trochidæ* (*Journ. de conch.*, t. VI, pp. 42, 168, 284, 1 pl., 1857-58).
189. Description d'un Pleurotomaire vivant, en collaboration avec M. Bernardi (*Journ. de conch.*, t. V, p. 160, 1856). — Observations sur le genre Pleurotomaire et description d'une deuxième espèce vivante, en collaboration avec M. Crosse (*Journ. de conch.*, t. IX, p. 155, 1861).
190. *Notitiæ Malacologicæ*, oder Beiträge zur näheren Kenntniss der Mollusken, von R. J. Shuttleworth. II Heft. Texte par P. Fischer, 1877.
191. Sur le gence *Schismope*, en collaboration avec M. Crosse (*Journ. de conch.*, t. IX, p. 257, 1861).
192. Description d'un nouveau genre de Gastropodes marins (*Journ. de conch.*, vol. XXXVIII, p. 115, 1890).
193. *Diagnoses Molluscorum novorum* (*Journ. de conch.*, vol. XXVI, p. 211, 1878).
194. Note sur le genre *Mörchia*, A. Adams, et description de deux espèces nouvelles (*Journ. de conch.*, vol. XXV, p. 200, 1877).
195. Note sur la synonymie du genre *Hydrobia* et des genres voisins (*Journ. de conch.*, vol. XXVI, p. 133, 1878).
196. Note sur le genre *Olivella* (*Journ. de conch.*, vol. XXIX, p. 31, 1881).
197. Note sur le *Mathilda Magellanica* (*Journ. de conch.*, vol. XXXI, p. 404, 1883).
198. Observations sur le genre *Pyrula* de Lamarck (*Journ. de conch* , vol. XXXII, p. 5, 1884).
199. Note sur deux espèces de *Bithinella* des nappes d'eau souterraines de la France (*Journ. de conch.*, vol. XXXIII, 35, 1885).

200. Diagnoses d'espèces nouvelles du genre *Scalenostoma* (*Journ. de conch.*, vol. XXXIV, p. 295, 1886 ; et vol. XXXV, p. 225, 1887).

201. Note sur la réforme du genre *Melania* de Lamarck proposée par Bowdich en 1822 (*Journ. de conch.*, vol. XXXV, p. 192, 1887).

202. Sur la classification du genre *Lachesis*, Risso (*Journal de conch.*, vol. XXXVI, p. 132, 1888).

203. Note sur les Cyclostomes des Antilles et description du nouveau genre *Colobostylus* (En collaboration avec M. Crosse) (*Journ. de conch.*, vol. XXXVI, p. 229, 1888).

204. Descriptions d'espèces et de genres nouveaux : *Volutharpa*, *Cylindrobulla*, etc. (*Journ. de conch.*, t. V, pp. 84, 167, 273, 355, 1856).

205. Description d'une espèce nouvelle de *Cypræa*, provenant de la côte occidentale d'Afrique, en collaboration avec M. Crosse (*Journ. de conch.*, t. XXI, p. 254, 1873).

206. Note sur le genre *Entoconcha*, de Müller (*Journ. de conch.*, t. XIII, p. 9, 1865).

207. Monographie du genre *Stylifer* (*Journ. de conch.*, t. XII, p. 91, 1864).

208. Note sur le genre *Fossarus*, suivie du catalogue des espèces (*Journ. de conch.*, t. XII, p. 252. 1864).

209. Recensement des Paludines épineuses (*Journ. de conch.*, t. VIII, p. 362, 1860).

210. Note sur le genre *Cyllene* de Gray (*Journ. de conch.*, vol. XXIII, p. 278, 1875).

211. Remarques sur l'opercule du genre *Naticina*, Gray (*Journ. de conch.*, vol. XXII, p. 215, 1875).

212. Description d'un nouveau genre de coquille des mers de Chine (*Journ. de conch.*, vol. XXIV, p. 252, 1876).

213. Note sur le *Capulus Shreevei*, Conrad (*Journ. de conch.*, vol. XXV, p. 57, 1877).

214. Remarques sur la synonymie du *Bulla dilatata*, Leach (*Journ. de conch.*, vol. XXVII, p. 21, 1879).

215. Observations sur la synonymie et l'habitat du *Gastropteron rubrum*, Rafinesque (*Journ. de conch.*, vol. XXXVIII, p. 349, 1890).

216. Description d'une espèce nouvelle du genre *Phyllaplysia* (*Journ. de conch.*, t. XX, p. 295, 1872).

217. Note sur le genre *Calliopea*, d'Orbigny (*Journ. de conch.*, t. XIX, p. 89, 1871).

218. Note sur quelques espèces du genre *Doris* décrites par Cuvier (*Journ. de conch.*, t. XVIII, p. 289, 1870).

219. Du genre *Krynickia* (*Journ. de conch.*, t. I, p. 65, 1856).

220. *Diagnoses specierum ad genus Vaginulam pertinentium* (*Journ. de conch.*, t. XX, p. 144, 1872). — Révision des espèces du genre *Vaginula* (*Nouv. Archiv. du Muséum*, t. VII, p. 147, 1 pl., 1871). — Supplément (*Journ. de conch.*, t. XXXIII, p. 53, 1875).

221. Note sur le *Parmacella Mauritius*, Rang, et observations sur le genre *Parmacella* (*Journ. de conch.*, t. XX, p. 202, 1872).

222. Note sur les caractères du genre *Rhytida* et du nouveau genre *Diplomphalus*, en collaboration avec M. Crosse (*Journ. de conch.*, t. XXI, p. 13, 1873).

223. Note sur le genre *Bulimus* (*Journ. de conch.*, t. XIX, p. 166, 1871).
224. Des genres *Camptonyx* et *Valenciennesia* (*Journ. de conch.*, t. VII, p. 316, 1859).
225. Observations sur le *Bulimus exaratus*, Müller, en collaboration avec M. Crosse (*Journ. de conch.*, vol. XXXVI, p. 11, 1888).
226. Note sur les *Helix Buvinieri*, Michaud, et *Asturica*, Pfeiffer (*Journ. de conch.*, vol. XXXIV, p. 94, 1876).
227. Note sur les dents intérieures de l'*Helix polygyrata*, Born (*Journ. de conch.*, vol. XXV, p. 263, 1877).
228. Des genres *Magrocyclis*, Beck, et *Selenites*, Fischer (*Journ. de conch.*, vol. XXVII, p. 118, 1879).
229. Sur le genre *Cœliaxis* (*Journ. de conch.*, vol. XXXI, p. 98, 1883).
230. Note sur la structure interne de la coquille du *Pupa candida*, Lamarck (*Journ. de conch.*, vol. XXXVI, p. 316, 1888).
231. Sur les *Pellicula depressa*, Rang, et *appendiculata*, Pfeiffer (*Journ. de conch.*, vol. XXIII, p. 276, 1875).

Céphalopodes.

232. Note sur le *Sepia officinalis*, Linné, de la Méditerranée (*Journ. de conch.*, t. XXII, p. 368, 1874).
233. Sur la synonymie du *Loligo vulgaris*, Lamarck (*Journ. de conch.*, t. XVII, p. 128, 1869).
234. Nouveaux documents sur les Céphalopodes gigantesques, en collaboration avec M. Crosse (*Journ. de conch.*, t. X, p. 124, 1862).

Description de Mollusques fossiles.

235-236. Note sur le genre *Pernostrea* (*Journ. de conch.*, t. XII, p. 362, 1 pl., 1864). — Note sur une espèce nouvelle du genre *Pernostrea* (*Journ. de conch.*, t. XIII, p. 61, 1865).
237. Description d'une espèce nouvelle de *Rotella* fossile du Sud-Est de la France (*Journ. de conch.*, t. XVII, p. 428, 1869).
238. Description d'une espèce nouvelle de *Columbella* fossile, en collaboration avec M. Tournouër (*Journ. de conch.*, t. XXI, p. 70, 1873).
239. Observations sur un nouveau genre de *Melaniidæ* fossiles (*Journ. de conch.*, vol. XXXI, p. 60, 1883).
240. Description d'un nouveau genre de Mollusque fossile (*Journ. de conch.*, vol. XXXII, p. 20, 1884).
241. Description d'une nouvelle espèce de *Dendropupa* du terrain permien de Saône-et-Loire (*Journ. de conch.*, vol. XXXIII, p. 44, 1885). — Sur l'existence de Mollusques Pulmonés dans le terrain permien de Saône-et-Loire (*Compt. rend. de l'Ac. des Sc.*, vol. C, p. 393, février 1885; et *Soc. d'hist. nat. d'Autun*, vol. 1, p. 98, 1888).
242. *Diagnoses Molluscorum fossilium* (En collaboration avec R. Tournouër) (*Journ. de conch.*, vol. XXVII, p. 50, 1879).
243. Note sur le *Xenophora crispa*, König (*Journ. de conch.*, vol. XXVII, p. 210, 1879).

244. *Diagnosis generis novi Pteropodum fossilium* (*Journ. de conch.*, vol. XXX, p. 59, 1882).

245. Note sur le genre *Prosodacna* (*Journ. de conch.*, vol. XXXIV, p. 215, 1886).

246. Sur le genre *Ammonoceras* (*B. S. G. F.*, avril 1890). — Sur le genre *Ammonoceras*, Lamarck (*Journ. de conch.*, vol. XXXVIII, p. 130, 1890).

247-251. Note sur les coquilles des Chotts du Nord de l'Afrique (*Journ. de conch.*, vol. XXIV, p. 403, 1876). — Coquilles du Sahara provenant du voyage de M. L. Say (*Journ. de conch.*, vol. XXVI, p. 74, 1878); et *B. S. G. F.*, Janvier 1878). — Diagnoses d'espèces nouvelles recueillies à l'état subfossile dans le Sahara, près d'El Goléah (*Journ. de conch.*, vol. XXXVIII, p. 374, 1890). — Sur les caractères de la faune conchyliologique terrestre et fluviatile récemment éteinte du Sahara (*Compt. rend. de l'Acad. des Sc.*, vol. CXII, p. 164, 1891). — Mollusques du voyage de M. J. Dybowski (*Arch. des missions scientifiques*, XVII, p. 361, 1872).

Conchyliologie préhistorique.

252. Note sur les coquilles vivantes et fossiles recueillies dans les abris sous-roche de la Charente (*B. S. G. F.*, p. 396, Mars 1879). — Sur les coquilles récentes et fossiles trouvées dans les cavernes du Midi de la France et de la Ligurie (*B. S. G. F.*, Mars 1876).

Bibliographie.

253-256. Curiosités bibliographiques. — *Museum Boltenianum* (*Journ. de conch.*, vol. VII, p. 206, 1858). — *Museum Calonnianum* (*Journ. de conch.*, vol. X, p. 276, 1862). — Manuel de Conchyliologie, par M. de la Pylaie (*Journ. de conch.*, vol. XXXVI, p. 269, 1888). — Catalogue de collection de F. Schlüter (*Journ. de conch.*, vol. XL, 1892).

TUNICIERS

257. Synascidies du département de la Gironde et des côtes du Sud-Ouest de la France (*Actes de la Soc. Linn. de Bordeaux*, vol. XXX, p. 545, 1876).

PALÉONTOLOGIE DES INVERTÉBRÉS

258. Paléontologie de l'Asie Mineure, par MM. d'Archiac, Fischer et de Verneuil (1 vol. gr. in-8° et atlas de 20 pl., 1866).

259. Animaux fossiles et géologie de l'Attique, par A. Gaudry, description d'espèces fossiles nouvelles, en collaboration avec M. Gaudry (in-4°, 3 pl. 1867).

260. Animaux fossiles du mont Léberon, par MM. A. Gaudry, Fischer et Tournouër (1 vol. in-4° avec atlas de 21 pl., 1873).

261. Liste des fossiles de la mollasse marine de Lyon (*B. S. G. F.*, p. 452, 1865). — Descriptions de nouvelles espèces d'Invertébrés fossiles dans le bassin du Rhône (formation tertiaire moyenne). (*Ann. de la Soc. imp. d'Agriculture de Lyon*, vol. XI, p. 267, 1 pl., 1867).

262. Coquilles fossiles recueillies dans un banc argilo-sableux sur la plage d'Arcachon (*Actes de la Soc. Linn. de Bordeaux*, vol. XXXI, p. XXXIII, 1877).

263-266. Note sur quelques fossiles de l'isthme de Suez (*Journ. de conch.*, t. XIX, p. 229, 1871). — Note sur les fossiles rapportés de l'isthme de Suez par Charles Laurent (*Ann. de l'Ing.*, 1871). — Liste des fossiles recueillis par M. Vaillant sur la montagne de l'Attaka, près Suez (*B. S. G. F.*, p. 280, 1865). — Note sur le genre *Carolia* (*Journ. de conch.*, vol. XXVIII, p. 345, 1880).

267. Sur les fossiles des îles du Cap vert, rapportés par M. de Cessac (*Compt. rend. de l'Acad. des Sc.*, séance du 16 Février 1874).

268-271. Note sur la géologie du Sud de Madagascar (*B. S. G. F.*, p. 398, 1868). — Sur l'existence du terrain tertiaire inférieur à Madagascar (*Compt. rend. de l'Acad. des Sc.*, t. LXXIII, p. 1392, 1871). — Sur le terrain jurassique de Madagascar (Ibid., t. LXXVI, p. 111, 1873). — Note sur quelques espèces nouvelles de Madagascar recueillies à l'état fossile (en collaboration avec M. Crosse) (*Journ. de conch.*, t. XVI, p. 180, 1 pl., 1858).

272. Sur quelques fossiles de l'Alaska, rapportés par M. Pinart (*Comp. rend. de l'Acad. des Sc.*, t. LXXV, p. 1784, 1872). — Voyage à la côte nord-ouest de l'Amérique, par M. Al. Pinart, vol. I, Paléontologie (1875).

273. Analyse microscopique des marnes de Licata, *in* Mémoire sur la faune ichthyologique de la période tertiaire, par E. Sauvage, p. 66 (*Ann. des sc. géol.*, vol. VII, 1876, et vol. XI. — *B. S. G. F.*, novembre 1879).

274. Sur les roches fossilifères de l'Archipel calédonien recueillies par M. Garnier (*B. S. G. F.*, p. 457, 1867).

275. Liste des fossiles tertiaires de Biot, près d'Antibes, *in* d'Archiac (*Paléontologie de la France*, p. 440, 1868).

276. Sur les roches fossilifères de Léan Chan (Shensi méridional) envoyées par l'Abbé David (*B. S. G. F.*, p. 409, t. II, 3e série, Juin 1874).

277. Note paléontologique sur la mollasse de Cucuron (Vaucluse) (*B. S. G. F.*, janvier 1879).

278. Paléontologie des terrains tertiaires de l'île de Rhodes (*Mémoires S. G. F.*, 1877). — *Diagnoses Molluscorum in stratis fossiliferis insulæ Rhodi jacentium* (*Journ. de conch.*, vol. XXV, pp. 78 et 222, 1877).

VERTÉBRÉS

REPTILES

279. Recherches sur les Reptiles fossiles de l'Afrique australe (*Nouv. Archiv. du Muséum*, t. VI, 2 pl. p. 163, 1870).

280. Mémoire sur le *Pliosaurus grandis*, Reptile gigantesque du Kimmeridge-Clay (*Nouv. Arch. du Muséum*, t. V, p. 253, 1 pl 1869).

281. Sur le dermato-squelette et les affinités zoologiques du *Testudo perpiniana*, gigantesque Tortue fossile du Pliocène de Perpignan (*Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, vol. CVII, p. 485, 1888).

MAMMIFÈRES

282. Note sur un crâne du *Ziphius* trouvé à Arcachon (*Compt. rend. de l'Acad. des Sc.*, vol. LXIII, p. 271, 1866). — Mémoire sur les Cétacés du genre *Ziphius* (*Nouv. Arch. du Muséum*, t. III, p. 41, 1 pl., 1867).
283. Note sur un Cétacé (*Grampus griseus*) échoué sur les côtes de France (*Ann. sc. nat.*, 1868).
284. Sur la dentition du Marsouin (*Phocæna communis*) (*Bull. Soc. phil.*, p. 237, 1867).
285. Note sur une déformation pathologique de la mâchoire inférieure du Cachalot (*Journ. d'anat. et phys. de Robin*, p. 382, 1 pl., 1867).
286. Sur la Baleine des Basques (*Balanæ biscayensis*) (*Compt. rend. de l'Ac. des Sc.*, t. LXXII, p. 298, 1871). — Documents pour servir à l'histoire de la Baleine des Basques (*Ann. des sc. nat.*, t. XV, 1872).
287. Note sur les Cachalots échoués sur les côtes océaniques de France (*Journ. de zool. de Gervais*, t. I, p. 623, 1872).
288. Note sur deux espèces de Globicéphales (*Journ. de zool. de Gervais*, t. I, p. 273, 1872).
289. Mélanges cétologiques (*Act. de la Soc. Lin. de Bordeaux*, t. XXVII, p. 5, 2 pl., 1869).
290. Note sur quelques ossements de Cétacés de Léognan (Gironde), en collaboration avec M. Delfortrie (*Act. de la Soc. Linn. de Bordeaux*, t. XXVIII, p. 372, 2 pl., 1872).
291. Sur une espèce de Cétacé (*Orca antarctica*) observée durant le voyage de l'*Astrolabe* et de la *Zélée* dans les parages des îles Powell et des Nouvelles Shetland méridionales (*Journ. de zool. de Gervais*, vol. V, p. 146, 1876).
292. Cétacés du Sud-Ouest de la France (*Actes de la Soc. Linn. de Bordeaux*, vol. XXXV, p. 5-220, avec 8 pl. color., 1881).
293. Sur une Balénoptère boréale échouée à Biarritz en 1874 (*Compt. rend. de l'Acad. des Sc.*, vol. LXXXIII, p. 1298, 1876).
294. Note sur un nouveau genre de Mammifère fossile (*Apterodon Gaudryi*) des Phosphorites du Quercy (*Bull. de la Soc. zool. de France*, p. 288, mars 1880).
295. Sur le squelette du genre fossille *Scelidotherium* (*Compt. rend. de l'Acad. des Sciences*, p. 1291, décembre 1885).

BIOGRAPHIES DE NATURALISTES

296. Note sur les travaux scientifiques d'Édouard Lartet (*B. S. G. F.*, t. XXIX, 246, 1872). — The scientific labours of Edward Lartet (*Smithsonian Report for* 1872, p. 172, 1873).
297. Notice sur la vie et les travaux d'A. d'Orbigny (*B. S. G. F.*, avril 1878).
298. Notice sur les travaux scientifiques de R. Tournouër (*B. S. G. F.*, avril 1885).
299. L'inventeur de l'Aquarium (Dicquemare) (*Journ. de conch.*, vol. XVIII, p. 433, 1870).

LANGAGE SCIENTIFIQUE

300. De l'adoption d'une langue scientifique internationale (en collaboration avec M. Chaper (*Bull. de la Soc. zool. de France*, vol. XIII, 134 p., 1888).

SUPPLÉMENT

301. Note sur les Mollusques marins du golfe de Siam (en collaboration avec M. H. Crosse). (*Journal de Conchyliologie*, tome XL, 1892, p. 71).
302. Note sur la distribution géographique de l'*Ovula carnea* (id., p. 77).
303. Recherches et considérations sur l'asymétrie des Mollusques univalves (en collaboration avec M. E. L. Bouvier), (id., p. 117).
304. Curiosités bibliographiques. Le catalogue de la collection Schlüter (id., p 208).
305. Sur l'enroulement des Mollusques univalves (en collaboration avec M. E. L. Bouvier), (id., p. 234).
306. Note sur le genre *Holospira*, Martens, et sur la distribution géographique des espèces dont il se compose (en collaboration avec M. H. Crosse), (id., p. 256).
307. Note sur le *Neritina picta*, Sowerby (en collaboration avec M. H. Crosse), (id., p. 292).
308. Diagnoses d'espèces nouvelles de Mollusques céphalopodes recueillis dans le cours de l'expédition scientifique du *Talisman* (1882) (en collaboration avec M. H. Fischer), (id., p. 297).
309. Note sur la faune terrestre et fluviale de l'île d'Hainan (2e supplément), (id., p. 313).
310. Sur les caractères ostéologiques d'un *Mesoplodon Sowerbyensis* mâle, échoué récemment sur le littoral de la France (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. 114, 1892, p. 1283).
311. Sur l'évolution de l'appareil brachial de quelques Brachiopodes (en collaboration avec M. Œhlert), (id., t. 115, 1892, p. 749).
312. Description d'un *Bulimulus* et d'une *Anodonta* nouveaux provenant du Mexique (en collaboration avec M. H. Crosse (*Journal de Conchyliologie*, t. XLI, 1893, p. 31).
313. Diagnoses Mulloscorum novorum, Reipublicæ Mexicanæ incolarum (en collaboration avec M. H. Crosse) (id., p. 110).
314. Diagnosis Mullusci novi, Reipublicæ Mexicanæ incolæ (en collaboration avec M. Crosse) (id., p. 179).
315. Diagnoses Molluscorum novorum, Reipublicæ Mexicanæ incolarum (en collaboration avec M. H. Crosse) (id., p. 293).

NOTICE BIOGRAPHIQUE

DE

GUSTAVE COTTEAU

par **A. PERON** (1).

I

Vers le milieu du mois d'août dernier, alors que le monde géologique était en travail et en fêtes et que trois grandes réunions scientifiques, le congrès de l'Association française à Caen, la session extraordinaire de la Société géologique à Lyon et le congrès international de géologie à Zurich, attiraient et dispersaient tous les géologues, une nouvelle, aussi douloureuse qu'inattendue, publiée par tous les journaux, se répandit subitement et vint porter le deuil au milieu de ces réunions. Gustave Cotteau, que l'on y attendait, venait, disait-on, de mourir, emporté en quelques instants par une maladie foudroyante.

Cette nouvelle, hélas ! n'était que trop vraie. Notre éminent confrère, auquel sa robuste constitution et sa verte vieillesse semblaient encore promettre de longs jours, avait été subitement frappé par une congestion cérébrale, alors qu'il était en traitement pour une affection tout accidentelle qui ne pouvait en aucune façon faire présager une issue fatale.

La mort si imprévue de Gustave Cotteau a été en effet précédée d'un accident qui, s'il n'en a pas été la cause efficiente et immédiate, en a été du moins la cause indirecte.

C'était le 11 juillet de l'année dernière. Cotteau avait un rendez-vous au restaurant Foyot, où il devait déjeuner avec nos confrères, MM. Douvillé et de Morgan. En entrant dans le vestibule, il glissa sur une plaque de fonte et fit, pour se retenir, un violent effort dans lequel il se déboîta la rotule.

On courut, sur sa demande, chercher son ami, notre confrère, le

(1) Lue à la séance générale du 18 avril 1895.

docteur Besançon, qui demeure non loin du restaurant Foyot, et, péniblement, Cotteau fut ramené en voiture à son domicile du boulevard Saint-Germain où, immédiatement, le Dr Besançon put remboîter l'articulation.

Dès le lendemain, reconnaissant l'impossibilité de se faire soigner convenablement dans le simple pied-à-terre qu'il avait à Paris, Cotteau se fit transporter à la maison de santé des Frères Saint-Jean-de-Dieu, rue Oudinot, n° 19. Il croyait, à ce moment, ne devoir y rester que quelques jours, et il avait écrit à son frère, qui était alors en Belgique, et à ses neveux, de ne pas s'inquiéter et de ne pas se déranger.

Malheureusement, la guérison se fit attendre plus longtemps qu'il ne le pensait. L'enflure qui s'était déclarée à la jambe ne diminuait pas et le réduisait à l'inaction et à l'immobilité, ce qui, pour un homme habitué comme lui à une vie active et laborieuse, constituait un véritable supplice.

Aussi, malgré les nombreuses visites qu'il recevait de sa famille et de ses amis, supportait-il très impatiemment le séjour à la maison de santé.

C'est à ce moment, le 27 juillet, qu'il m'a été donné de le voir pour la dernière fois. Sur ses instances, je restai longtemps près de lui, nous entretenant de ses ennuis, de ses projets et de ses travaux en cours d'exécution.

Rien à ce moment, absolument rien, ne pouvait nous alarmer sérieusement. Notre ami ne souffrait nullement. Pas un mot ne sortit de sa bouche qui pût indiquer de sa part la préoccupation d'une fin prochaine. Il se désolait seulement de son inaction forcée et s'impatientait du retard de sa guérison qui l'obligeait à renoncer à ses projets de voyage à Caen, à Zurich, etc.

Quelques jours après même, une légère amélioration se produisit et notre ami put commencer à marcher un peu au bras de son médecin.

Le 9 août, il avait fait, au bras de son frère, quelques centaines de pas dans le couloir qui donnait accès à sa chambre. Il attendait, à ce moment, avec une vive impatience, un appareil que le médecin faisait fabriquer pour lui et qui, en assurant sa marche, devait lui permettre d'effectuer à bref délai son retour à Auxerre.

Mais le lendemain, 10 août, pendant qu'il faisait dans la matinée sa promenade habituelle il fut pris d'un grand malaise.

On dut lui faire prendre de l'éther et le transporter sur sa chaise longue.

Dans la journée, cependant, il put recevoir quelques visites, notamment celle de notre confrère M. Pellat, avec lequel il s'entretint encore assez longtemps. Il écrivit à son frère une carte postale pour lui raconter son indisposition de la matinée, attribuée au laudanum qu'il avait pris pendant la nuit, et il lui disait de ne pas s'inquiéter parce qu'il n'y avait rien de grave.

Il rédigea en même temps un télégramme de remercîment à l'adresse de la section de géologie du Congrès de Caen qui venait de lui exprimer son regret de ne pas le voir à la réunion.

Cette carte et ce télégramme, écrits soigneusement et d'une main ferme, ont été remis par Cotteau, vers cinq heures, à son neveu, M. le colonel du génie Georges Vial, qui devait de si près le suivre dans la tombe.

Le médecin qui soignait Cotteau l'avait vu deux fois dans la journée. Son malade, a-t-il dit, s'était mis dans une grande colère en apprenant que son appareil n'était pas encore prêt. — Je vois bien, — s'était-il écrié, — que je ne sortirai pas d'ici ; — mais, en réalité, il n'en pensait nullement ainsi et, à aucun moment, il n'a eu conscience de la gravité de sa situation.

Cependant le médecin venait à peine de quitter la maison que l'on courait le rappeler, pour lui annoncer que le malade venait de succomber subitement. Il avait été foudroyé par une congestion cérébrale, sur sa chaise longue, vers 6 heures, alors qu'il venait de commencer son repas.

II

Tels furent, messieurs, les derniers moments du savant éminent dont vous m'avez chargé de retracer la vie. La nouvelle si imprévue de sa mort a causé parmi ses nombreux amis une véritable stupeur. De tous les côtés, les lettres les plus touchantes et empreintes d'une réelle douleur affluèrent et vinrent montrer à sa famille combien vive était l'émotion générale et combien la perte de cet homme de cœur était partout douloureusement ressentie.

Ses obsèques furent célébrées à Auxerre, au milieu de l'affluence de la population tout entière. Plusieurs discours remarquables furent prononcés sur sa tombe, notamment par MM. Ernest Petit et Rabé, les vice-présidents de la Société des sciences de l'Yonne, qui surent, en termes éloquents et émus, nous montrer l'immensité de la perte que nous venions de faire.

Cotteau, en effet, était non seulement estimé et justement considéré comme homme de science, mais il était en outre cor-

dialement aimé par tous ceux qui ont eu le bonheur de le connaître. Un des traits les plus saillants de son caractère était un fonds de bonté inépuisable, une affabilité pleine de courtoisie, une bienveillance et une obligeance à toute épreuve.

Très indulgent pour tout le monde et très accueillant pour les jeunes, il savait d'un mot heureux encourager et récompenser leurs efforts.

Jamais, dans les comptes rendus si nombreux qu'il a publiés sur les congrès et sur les réunions scientifiques, il n'a eu pour les auteurs un seul mot de critique désobligeante. Ses analyses, véritables modèles de clarté, d'exposition concise et de mesure, savaient toujours faire ressortir avec bienveillance la valeur des communications. Ses discussions, toujours courtoises, éclairaient les questions et, parfois, rétablissaient les faits sans que le moindre froissement pût en résulter pour les auteurs. Aussi partout était-il accueilli avec joie et, quand il paraissait dans une réunion, tous les visages exprimaient le contentement et toutes les mains se tendaient vers lui avec empressement.

Son caractère loyal et conciliant, son sentiment profond de la dignité de la science lui avaient gagné l'estime universelle. C'est en raison de cette estime que bien souvent il fut choisi comme arbitre et comme intermédiaire, pour apaiser ces petites querelles ou ces dissentiments qui surgissent parfois entre savants.

III

Gustave Cotteau est né le 17 décembre 1818. Il était donc dans sa soixante-seizième année quand la mort est venue le frapper. Beaucoup de personnes, en apprenant cet âge par les lettres de faire-part, ont manifesté un profond étonnement. Il était difficile, en effet, de lui attribuer un pareil âge quand on le voyait aussi actif et alerte, affrontant constamment de longs et fatigants voyages, rempli toujours d'une ardeur infatigable pour le travail et d'une animation entraînante et toute juvénile dans sa conversation et dans ses discours.

Notre confrère, en effet, a eu ce rare privilège de conserver jusqu'à sa fin, non seulement sa vigueur physique et sa santé, mais encore toutes ses brillantes facultés, sa facilité de travail et d'élocution, son heureuse mémoire, sa vive intelligence et, chose plus rare encore, jusqu'à son excellente vue, instrument de travail si précieux pour lui, qui a pu résister à l'usage incessant de la

loupe et au surmenage immodéré que lui imposait la nature spéciale de ses recherches.

Cet état de santé de Gustave Cotteau n'a cependant pas toujours été aussi florissant. A plusieurs reprises, il fut fortement ébranlé. Au printemps de 1881, notamment, notre confrère fut atteint d'une grave pneumonie qui le mit aux portes du tombeau et qui ne paraissait pas devoir lui laisser encore d'aussi longs jours.

C'est à cette époque que, devant cette grave situation, il arrêta ses dispositions testamentaires que vous connaissez et qui, depuis ce moment, n'ont jamais varié.

Gustave Cotteau est venu au monde à Auxerre, dans une maison située vers le n° 43 de la rue de Paris, où sa famille avait loué un appartement. Cependant ses parents habitaient le village de Châtel-Censoir et c'est dans ce joli pays, aux vallées profondes, aux collines couvertes d'épaisses forêts, dans cette partie pittoresque de la vallée de l'Yonne, que s'écoulèrent les années de son enfance.

Il fit ses études classiques au collège d'Auxerre et, destiné à entrer dans la magistrature, il vint ensuite à Paris faire ses études de droit.

C'est pendant ce séjour à Paris que semble s'être fixée la vocation de notre confrère comme géologue et comme échinologiste. Un journal de l'Yonne, l'*Indépendant Auxerrois* (n° du 30 août 1894), a publié, à ce sujet, sous le titre « *Le hasard d'une vocation* », une curieuse anecdote qui lui a été, dit-il, adressée par M. L. V., le savant professeur du Muséum, ami de notre regretté confrère. Le récit en est un peu trop long pour que nous puissions le reproduire in-extenso, mais il nous intéresse trop pour que nous n'en donnions pas au moins un résumé.

Pendant qu'il étudiait le droit à Paris, Gustave Cotteau serait entré un jour par hasard à la salle des ventes. Son attention y aurait été fixée par une petite boîte contenant des cristallisations et des coquilles de formes singulières, et le désir lui serait venu de l'acquérir pour en orner sa chambre d'étudiant, où cela lui paraissait devoir être d'un effet artistique.

Il mit sur ce lot un prix fort modique, mais il se trouva en face d'un concurrent et une lutte aux enchères s'engagea dans laquelle il sortit vainqueur.

Son concurrent, homme d'un certain âge, décoré, fut étonné de voir un si jeune homme lui disputer un semblable lot. Il s'approcha de lui pendant qu'il examinait le contenu de sa boîte, et engagea la conversation en lui demandant s'il s'occupait d'histoire naturelle. Cotteau lui répondit qu'il ne s'en occupait nullement et il expliqua le but de son acquisition.

S'il en est ainsi, reprit l'étranger, consentez à me céder deux ou trois de vos échantillons qui m'intéressent et, en échange, je vous en donnerai d'autres non moins décoratifs.

Cotteau s'empressa de lui abandonner ces échantillons et l'étranger, en lui remettant sa carte, l'engagea à venir le voir, lui promettant de lui montrer sa collection et de lui déterminer ses fossiles.

Ce concurrent n'était autre que M. Michelin, conseiller à la Cour des comptes, grand amateur, comme on le sait, d'Échinides et de Polypiers.

Cotteau n'eut garde de manquer à son rendez-vous, et Michelin, très accueillant, lui donna des conseils et l'initia à la connaissance des Oursins.

Quoique je ne sois pas en mesure, par des renseignements personnels, de garantir l'authenticité de cet épisode de la vie scientifique de Cotteau et que je n'en aie trouvé nulle trace dans sa correspondance avec Michelin, je ne puis, en raison de la provenance qu'on lui attribue, douter de sa véridicité.

Cependant j'ai la conviction que la part faite au hasard dans ce récit est trop grande et trop exclusive. Il est évident pour moi que, dès cette époque, Cotteau était un curieux des choses de la nature et qu'il devait déjà avoir quelque connaissance des fossiles. Le pays qu'il avait habité, le milieu où il avait vécu n'avaient pas été sans exercer sur lui une certaine influence sous ce rapport. Dès son enfance, il recueillait dans les environs de Châtel-Censoir des Insectes, des Mollusques vivants et sans doute aussi des fossiles et des Oursins qui, dans cette localité, étaient si abondants et si beaux qu'un observateur comme lui ne pouvait pas n'en être pas frappé.

Ces habitudes de recherches semblent, d'ailleurs, avoir été, de longue date, dans les traditions du collège d'Auxerre. Pour en avoir la conviction je n'ai qu'à me reporter à ma propre enfance. Nous étions nombreux parmi les élèves de ce collège qui ramassions des fossiles ou des coquilles. Les carrières si riches et si nombreuses qui existaient alors autour de la ville, étaient souvent le but de nos promenades. Plusieurs de nos professeurs collectionnaient les fossiles, encourageaient nos recherches et nous en prenaient même parfois le produit. Il n'en fallait pas davantage pour déterminer ou développer le goût de ce genre d'études chez les jeunes gens que leur esprit d'observation et leur curiosité naturelle y prédisposaient. Je ne crois donc pas que le hasard et le désir de décorer artistiquement sa chambre aient seuls amené Gustave Cotteau à faire l'acquisition d'un lot de fossiles à la salle des ventes. Dès ce moment, il

avait, j'en suis convaincu, ces goûts scientifiques, ce besoin de se procurer des matériaux d'étude, ce feu sacré qu'il a montré toute sa vie.

Peut-être même, à l'époque où s'est produite sa rencontre avec Michelin, Cotteau faisait-il déjà partie de la Société géologique de France; c'est en effet dès l'âge de 21 ans, alors qu'il était étudiant, qu'il fut nommé membre de la Société et ce ne fut pas, comme on devrait le croire d'après l'incident que nous venons de conter, Michelin qui l'y présenta, mais d'autres parrains.

IV

Cotteau soutint le 25 août 1840 sa thèse pour le grade de licencié en droit. Il revint ensuite s'installer dans l'Yonne, partageant son temps entre Châtel-Censoir et Auxerre, jusqu'à l'époque de sa nomination comme juge suppléant dans cette dernière ville, le 6 mars 1846.

Cette période de son existence a été laborieusement remplie par des recherches et des études variées pour le développement de ses connaissances en histoire naturelle.

Il fit de nombreuses excursions et de longs voyages d'instruction, notamment en Corse, où, en compagnie de M. Crosse, ils explorèrent les côtes, faisant pêcher partout des coquilles et des Oursins vivants; puis sur les rivages du Cotentin où, avec son oncle, M. Duru, qui, lui aussi, s'occupait de conchyliologie, il fit d'amples récoltes de coquilles.

A cette époque sa vocation comme échinologiste était définitivement fixée. La correspondance active qu'il échangeait déjà avec les maîtres de la science le prouve surabondamment. Davidson, dans une lettre datée de 1844, lui disait : « Puisque vous aimez tant les Oursins, je vous réserve un *Cidaris* orné de ses piquants.... ». Michelin, à la même date, lui écrivait : « Je pense toujours à vous pour les Oursins.... ». Il en était de même d'Hébert, de d'Orbigny, de M. Crosse, etc.

C'est pendant cette même période aussi que Cotteau fit paraître ses premières publications géologiques, soit dans l'*Annuaire de l'Yonne*, soit dans le *Bulletin de la Société géologique de France*, et quand, en 1847, fut fondée la Société des Sciences de l'Yonne, il inaugura son premier bulletin en y publiant plusieurs notes scientifiques, notamment un *Aperçu sur la géologie du département de l'Yonne*, qui prouve combien déjà étaient étendues ses connaissances sur cette région.

C'est en 1847 également, et dans ce même recueil, qu'il publia son premier mémoire sur les Échinides, travail de début, intéressant, dont nous parlerons plus loin avec quelques détails.

Cette même année 1847 fut, à un tout autre point de vue, une date mémorable dans l'existence de Gustave Cotteau. C'est, en effet, après son installation à Auxerre, que, le 8 juin 1847, il se maria avec sa cousine, Mlle Amélie Duru, cette dévouée compagne qui devait malheureusement lui être très tôt ravie.

Ce mariage qui, pendant dix-huit années, assura à notre ami un bonheur domestique complet, eut en outre sur le développement de ses goûts artistiques et sur sa vocation de collectionneur une influence considérable.

M. Duru, son oncle et beau-père, était, en effet, lui même un collectionneur émérite. Amateur éclairé des arts céramiques, d'antiquités diverses, de tableaux, de manuscrits et de livres rares, il s'était mis, en outre, à l'instigation, probablement, de son neveu, à s'occuper de conchyliologie. Il parvint, par des achats importants, par des voyages et par des échanges, à réunir une collection remarquable de coquilles de l'époque actuelle.

Lors du décès de M. Duru qui, en 1868, vint, par une singulière coïncidence finir ses jours, comme Cotteau, à la maison de santé des Frères Saint-Jean-de-Dieu de la rue Oudinot, toutes ces faïences, ces antiquités, ces coquillages revinrent à son gendre. Ce fut là le noyau de ces magnifiques collections que tous les amateurs ont connues et admirées, et que pendant toute sa vie notre confrère n'a cessé d'enrichir et d'améliorer.

V

Le premier séjour de Gustave Cotteau à Auxerre ne se prolongea pas longtemps. Par décret du 23 septembre 1851, il fut nommé substitut à Bar-sur-Aube. Il ne resta que deux années dans cette nouvelle résidence, mais ce court espace de temps fut néanmoins bien utilisé par lui pour la science. Il fit, dans les environs de Bar-sur-Aube, d'actives recherches et, en 1854, il put publier une notice sur les Échinides de l'étage kimmeridgien du département de l'Aube. Il avait été, dès son arrivée, nommé membre de la Société d'Agriculture, Sciences et Arts de ce département et, un peu plus tard, lors du congrès scientifique tenu à Troyes, en 1865, il publia un catalogue raisonné des Échinides de l'Aube.

Dès ce moment, toutefois, c'est à l'étude de la géologie du département de l'Yonne que Cotteau consacrait la plus grande partie de ses

loisirs. Il avait commencé, en 1849, sa description des Échinides fossiles de l'Yonne et, malgré son éloignement momentané, il poursuivit sans relâche cet important travail qui l'occupa jusqu'en 1876. En même temps il faisait paraître ses Etudes sur les Mollusques fossiles du département de l'Yonne, travail également considérable, dont il ne publia d'ailleurs que l'introduction et un prodrome, précieux encore à tous ceux qui s'occupent de paléontologie.

Au mois de novembre 1853, Cotteau fut nommé juge au tribunal civil de Coulommiers. Cette nomination, qui l'éloignait de sa famille et qui l'envoyait dans un pays peu favorable à ses études, fut accueillie par lui avec un certain regret. Il ne l'accepta que dans l'espoir de voir son siège promptement transféré au tribunal d'Auxerre et, en effet, il laissa ses collections dans cette dernière ville et ne s'installa en quelque sorte que provisoirement à Coulommiers.

Cependant il demeura dans ce poste plus longtemps qu'il ne le croyait. C'est neuf ans plus tard, seulement, qu'il put enfin revenir à son pays natal et à la résidence de son choix.

Ce long séjour de notre confrère à Coulommiers, où il ne fit guère de nouvelles études locales, lui permit d'utiliser plus largement ses recherches antérieures et de mener promptement à bien des travaux descriptifs considérables. Ses publications pendant cette période furent en effet aussi nombreuses qu'importantes. Indépendamment de la continuation de ses études sur les fossiles de l'Yonne, il publia ses Échinides du département de la Sarthe, de nombreuses notes sur la géologie et sur les Oursins, les premiers fascicules de ses Échinides nouveaux ou peu connus, des rapports sur les progrès de la géologie en France, etc.; c'est en outre pendant cette même période que, comme nous le dirons plus loin, il entreprit la continuation de la Paléontologie française d'Alcide d'Orbigny, travail gigantesque qui devait l'occuper jusqu'à sa dernière heure.

VI

Par décret du 11 août 1862, Cotteau fut enfin nommé juge au tribunal civil d'Auxerre. Cette nomination, si longtemps attendue, le combla de joie, ainsi que sa famille, et il s'empressa de venir s'installer dans son cher pays natal, que dès lors il ne devait plus quitter.

C'est dans l'année qui suivit cette installation que j'eus le bonheur d'entrer en relations avec lui. Je lui avais été présenté depuis

quelques années déjà, mais c'est seulement en 1863 que nos relations s'établirent sur un certain pied d'intimité. Je revenais alors de Corse où, comme je l'ai dit, Cotteau avait lui-même fait un voyage, et je rapportais d'un assez long séjour sur différents points du littoral une abondante collection d'animaux marins et surtout de ces beaux Oursins fossiles qu'on trouve sur les falaises du Liceto et de Santa-Manza, près de Bonifacio. C'est par l'examen en commun de tous ces matériaux, utilisés plus tard par lui et par M. Locard, que commencèrent sérieusement nos relations.

Cotteau venait alors de s'installer dans sa belle et confortable maison de la rue du Réservoir. La plupart d'entre vous, Messieurs, connaissent cette hospitalière demeure. C'est là, dans cette propriété pourvue de jardins admirables et de locaux spacieux, aménagés spécialement pour recevoir les diverses collections, que s'écoula la vie de notre confrère. C'est là que, depuis cette époque, s'accumulèrent toutes ces richesses scientifiques et artistiques qu'il sut, en savant, en artiste et en homme de goût, disposer si admirablement.

Tous les amis de Cotteau et tous les hommes de science en général ont toujours reçu là un accueil empressé et cordial.

Que de bonnes et agréables journées on y venait passer. Que de fois des savants s'y sont trouvés réunis en nombre, constituant de véritables petits congrès. Quelles bonnes causeries alors ! Quelles discussions animées sur les questions du jour, sur les travaux récemment publiés, sur les petits événements du monde scientifique !

Notre confrère était un causeur qui savait intéresser et charmer. Ses connaissances en toutes choses, ses voyages, ses relations étendues dans le monde savant et la correspondance, qu'il entretenait avec les notabilités scientifiques de toutes les nations, alimentaient sa conversation et la rendaient aussi attrayante qu'instructive.

De grands jours de plaisir aussi étaient ceux où l'on allait avec lui fouiller les ravins et les carrières. Les visiteurs si nombreux qu'il a ainsi guidés dans nos environs ne me contrediront certes pas quand je dirai combien dans ces circonstances les excursions avec lui étaient agréables et intéressantes. Les moindres détails de nos assises , les moindres recoins de nos carrières lui étaient familiers, mais à ces détails locaux ne se bornaient pas les renseignements qu'il savait donner. Sa connaissance de nombreuses autres régions lui permettait de comparer et de généraliser les faits, et c'était alors de véritables leçons pratiques qu'il donnait sur le terrain à ses compagnons d'excursion.

Parfois nous avions la bonne fortune de rencontrer chez lui son

frère, M. Edmond Cotteau, de retour de l'un de ses grands voyages, et alors ses récits si intéressants et si variés étaient une distraction charmante à nos causeries géologiques.

En son absence, d'ailleurs, Cotteau aimait beaucoup à nous lire les lettres de son frère, véritables journaux de voyage, datés de toutes les parties du monde et remplis de faits toujours nouveaux, de détails curieux et d'incidents émouvants. Il se passionnait à la lecture de ces lettres et savait par son animation et l'intérêt qu'il y prenait lui-même les rendre plus attrayantes encore.

D'autres fois, il avait à nous lire des lettres moins sérieuses et à nous conter les petits faits anecdotiques de sa correspondance.

C'était tantôt un collectionneur qui lui envoyait, sous le nom de membres d'enfant pétrifiés, des silex de la craie aux formes bizarres et qui lui demandait de confirmer cette détermination.

Tantôt c'était un autre correspondant qui, ayant appris que notre confrère, indépendamment des fossiles, avait une collection d'Oursins vivants, lui demandait gravement comment il faisait pour les nourrir.

Un autre enfin, en lui envoyant des Oursins et voulant, suivant les recommandations, préciser les conditions du gisement, expliquait avec détails que tous ces Oursins avaient été trouvés sur le versant sud de la colline, lequel étant plus chaud et mieux ensoleillé que le versant nord, convenait mieux, sans doute à leur développement.

Cotteau répondait à toutes ces questions avec une parfaite et méritoire obligeance.

Il avait pour principe qu'il faut toujours encourager les chercheurs, et qu'en les dirigeant convenablement et patiemment, on pouvait toujours en attendre de sérieux services.

VII

Je viens de parler, Messieurs, de la correspondance scientifique considérable de notre confrère. Dès l'origine il l'a soigneusement conservée.

Avec une curiosité bien excusable, je me suis permis d'en parcourir une partie, surtout les lettres anciennes, émanant des anciens et vénérés maîtres qui ne sont plus parmi nous. Combien est attachante la lecture de ces lettres où se déroule tout entière l'histoire de la géologie, de l'échinologie et de l'archéologie pendant plus d'un demi-siècle! On y trouve l'écho de toutes les grandes

discussions qui ont agité le monde scientifique et parfois aussi de toutes les petites querelles qui l'ont divisé.

Plus de 300 noms, parmi lesquels ceux de toutes les notabilités scientifiques, sont signés au bas de ces lettres, témoignant de l'étendue des relations de Cotteau dans le monde entier. Qu'on me permette de citer particulièrement les lettres très affectueuses de d'Orbigny, dont la plus ancienne qui soit entre mes mains remonte à 1841, puis celles de Michelin, d'Agassiz, de des Moulins, de Desor, de Lovén, etc., où l'on voit se développer l'échinologie et que complètent les lettres plus récentes de nos confrères qui aujourd'hui continuent l'œuvre de ces anciens maîtres, notamment celles de M. de Loriol, l'un des meilleurs et des plus intimes amis de Cotteau, de M. Gauthier, devenu depuis longtemps son collaborateur, et de M. Lambert, son compatriote et un peu son disciple.

C'est encore la correspondance volumineuse de Triger, parfois vive et malicieuse, mais toujours remplie de détails et de discussions stratigraphiques particulièrement intéressants ; celle également considérable de Davidson, empreinte d'un zèle ardent pour la science et où l'on trouve des renseignements curieux sur notre propre pays ; celle d'Hébert, dont la triple qualité de grand savant, de compatriote et d'ancien condisciple de Cotteau, explique suffisamment l'intérêt qu'on y trouve et la grande intimité qui y règne ; puis les lettres du comte de Saporta, cet éminent confrère dont nous déplorons la perte récente, et où je ne veux relever que ses vives instances pour amener Cotteau à l'étude des végétaux fossiles et l'espoir qu'il a eu un moment d'y parvenir.

Je veux citer encore parmi les plus précieuses, les lettres nombreuses de de Caumont, le dévoué directeur de l'Institut des provinces, où l'on assiste à l'organisation de tous les Congrès scientifiques tenus dans les diverses villes de France et où l'on voit quel rôle important Cotteau y remplissait ; puis celles de M. Crosse, toujours spirituelles et enjouées et pleines d'anecdotes amusantes ; celles enfin de Bayle, parfois mordantes, mais toujours d'une plaisante originalité, dans lesquelles l'éminent professeur traitait les questions scientifiques d'une façon tout humoristique, démontrant par exemple à Cotteau qu'il ne fallait pas prononcer Ekinides, ou Rhynkonelles, mais bien E*ch*inides et Rhyn*ch*onelles car nous disons cornichon et non cornikon.

Le talent de dessinateur de Bayle se donnait libre carrière dans ces lettres. Suivant le sujet traité, son paraphe figurait un Mammouth, un Gastropode, un Diceras ou un Oursin, et le nom du signataire

était perché, en caractères microscopiques, au bout de la queue de l'Eléphant, à l'extrémité de la spire du Gastropode ou à celle d'un radiole d'Oursin, qu'il appelait plaisamment *Microcidaris Baylisans*.

Une des choses qui frappent le plus à la lecture de ces lettres, c'est la confiance et l'affection que tous ses correspondants témoignent à notre confrère. Commencées, comme il arrive habituellement, par des demandes de communications, d'échanges ou de déterminations, les relations avec lui se consolident rapidement et s'établissent sur un pied de franche amitié réciproque. Rien n'est plus à l'éloge de Cotteau que ces témoignages universels d'estime et de sympathie que, de toutes parts, lui attiraient son caractère franc et loyal et la sûreté de ses relations.

VIII

Les années qui suivirent l'installation de Gustave Cotteau à Auxerre ne comptèrent pas que des jours heureux. A plusieurs reprises il fut cruellement éprouvé.

Vers la fin de 1865, il fut frappé dans ses plus chères affections. Sa compagne aimée, cette femme dévouée et éclairée qui contribuait si puissamment à faire le charme de sa maison, lui fut subitement enlevée, ainsi que l'enfant auquel elle venait de donner le jour, après dix-huit années d'un mariage stérile.

En 1868, il perdit son beau-père, M. Duru, le zélé collectionneur dont nous avons déjà parlé, qui s'était si fructueusement associé à ses recherches ; puis, dans cette même année, un nouveau deuil vint encore jeter l'affliction dans sa vie. Sa sœur bien-aimée, Madame de Vaux, lui fut à son tour ravie, à la suite d'une longue et douloureuse maladie.

Ces terribles épreuves abattirent pour longtemps le courage de notre ami. Cependant, malgré ces pertes cruelles, il resta encore partagé heureusement sous le rapport de la famille. Il put conserver son père jusqu'en 1874 et il trouva dans l'affection de son beau-frère, M. de Vaux et de ses enfants et dans celle de son frère une puissante consolation.

Gustave Cotteau avait pour son frère Edmond une affection profonde. Plus âgé que lui d'une quinzaine d'années, il l'avait vu grandir et l'avait, dès l'enfance, associé à ses recherches dans les environs de Châtel-Censoir. Plus tard, quand Edmond Cotteau fut fut devenu l'intrépide voyageur, dont la notoriété est universelle, et quand ses récits de voyage, si instructifs et si attachants, eurent

obtenu auprès du grand public le succès que l'on connaît et auprès de l'Académie française une de ses récompenses les plus enviées, notre confrère en était plus fier que de ses propres succès, et l'un de ses plus grands plaisirs était d'en entretenir ses amis.

Grâce à ces affections qui l'entouraient encore, Gustave Cotteau put réagir contre son chagrin. Se plongeant avec plus d'ardeur que jamais dans l'étude, il sut y trouver ces puissantes distractions qu'elle réserve aux travailleurs.

Résolu dès lors à consacrer uniquement à la science sa vie tout entière, il prit le parti de se démettre de ses fonctions. Le 22 juillet 1872 sa démission de juge au tribunal d'Auxerre était acceptée, et il était nommé juge honoraire.

Affranchi désormais de toute obligation étrangère à la science, bien favorisé sous le rapport de la fortune, il put entièrement se vouer à ses études. Nous le voyons, à dater de ce moment, l'hôte assidu de tous les congrès et de toutes les grandes réunions scientifiques, à l'étranger comme en France ; nous le voyons, pour être plus au centre du mouvement scientique, prendre un domicile à Paris et partager dès lors son temps entre sa résidence d'Auxerre, où il préparait et rédigeait ses travaux, et celle de Paris, où il en surveillait l'exécution matérielle.

IX

L'œuvre de Gustave Cotteau est énorme. Produit d'un labeur incessant pendant cinquante années d'une vie toute remplie par la science, elle a acquis une importance véritablement exceptionnelle. Le catalogue que j'en ai dressé et qui est annexé à la présente notice ne comprend pas moins de 168 numéros et encore souvent des notes distinctes, mais afférentes au même sujet, ont-elles été réunies sous le même numéro.

On comprend facilement qu'il n'est pas possible d'entreprendre, dans le cadre restreint d'une simple notice, l'analyse détaillée d'une pareille œuvre. Cotteau lui-même d'ailleurs nous en a donné, pour ses œuvres antérieures à 1885, un résumé très substantiel, rédigé naturellement avec une connaissance de cause qu'on ne peut demander meilleure, et en même temps avec une simplicité et une modestie que nous devons admirer.

Je vous demanderai donc seulement la permission de rappeler ici les grandes lignes de cette œuvre et de faire connaître quelques détails peu connus, se rattachant le plus souvent à l'historique de ces travaux.

Les premières œuvres de G. Cotteau furent purement littéraires. Dès 1836 il publia dans les journaux et dans l'Annuaire de l'Yonne des pièces de poésie qui furent remarquées. Mais ces œuvres sortent de notre domaine et nous ne pouvons nous y arrêter.

C'est en 1844, il y a plus de 50 ans, que parurent ses premiers travaux scientifiques. C'étaient des notes géologiques sur les environs de Châtel-Censoir et sur le département de l'Yonne, notamment sur les couches oxfordiennes et sur le terrain aptien, puis, peu après, des études sur le massif corallien, sur les blocs erratiques, etc.

En 1847, nous voyons apparaître son premier ouvrage sur les Echinides. Il fut inséré dans le Bulletin de la Société des Sciences de l'Yonne sous le titre de « Note sur le *Dysaster Michelini* ».

Ce petit travail de notre confrère mérite qu'on s'y arrête quelques instants, non pas seulement parce qu'il fut son début dans l'étude des Echinides, mais parce qu'il fut l'origine d'une discussion courtoise mais animée qui s'engagea entre lui et Michelin, et à laquelle furent mêlés d'autres échinologistes, Desor et Agassiz.

Michelin, en effet, qui, quelques années auparavant, avait, conformément à l'idée émise par Agassiz, adopté le genre *Metaporhinus* précisément pour l'Oursin en question, ne pouvait admettre que notre confrère l'eut placé dans le genre *Dysaster*.

Dans une longue correspondance, il en expliquait les motifs et combattait la manière de voir de Desor et de d'Orbigny à laquelle Cotteau s'était rallié.

Michelin eut gain de cause d'ailleurs dans cette discussion. Cotteau après avoir, dans la note en question, puis dans ses Echinides de l'Yonne, rejeté le genre *Metaporhinus,* revint sur son opinion à la suite de nouvelles trouvailles qui lui permirent de mieux discerner les caractères distinctifs de ces Oursins et, en 1860, dans une nouvelle note sur le genre *Metaporhinus* et la famille des Collyritidées, il adopta et justifia complètement la manière de voir de Michelin.

Le premier ouvrage important que publia Cotteau fut ses *Etudes sur les Echinides fossiles de l'Yonne.* Commencées en 1849 et publiées par fascicules dans le Bulletin de la Société des Sciences de l'Yonne, ces études ne furent terminées qu'en 1876. Toutefois la publication du premier volume, qui fut achevée en 1856 et qui fit connaître tous ces beaux Oursins du Corallien de l'Yonne, où notre confrère découvrit plus de 50 espèces, suffit pour établir, dès ce moment, sa réputation comme échinologiste.

Dès 1853, Desor lui écrivait : « Ce n'est certes pas une flatterie » de vous dire que pour s'occuper d'une manière sérieuse et avec » fruit de l'étude des Oursins, il est indispensable de vous con- » naître et de vous étudier. Voici bien des mois que votre ouvrage » est sur ma table, à côté de moi, en compagnie de ceux de » MM. Forbes, Gras, Quenstedt, etc., et il ne se passe pas de jours » que je ne vous consulte. »

Presque immédiatement après son premier volume des Oursins de l'Yonne, G. Cotteau publia un autre ouvrage, non moins important, les *Echinides du département de la Sarthe,* qu'il avait entrepris sur les instances de Triger et avec sa collaboration pour ce qui concerne la stratigraphie.

Ce fut la publication de ces beaux travaux qui, à ce moment, le désigna à l'attention des savants pour la continuation de la *Paléontologie française* d'Alcide d'Orbigny.

Lors de la mort de notre grand paléontologue, en effet, le volume des Echinides crétacés irréguliers était en cours de publication. Il restait à publier, sur ce volume, les genres *Catopygus*, *Pyrina* et *Echiconomus*, sur lesquels d'Orbigny avait laissé des notes manuscrites qu'il était nécessaire de coordonner et de compléter.

Dès 1857, notre éminent confrère, M. le professeur Albert Gaudry, beau-frère de d'Orbigny, fit des ouvertures à Cotteau pour la continuation de son œuvre. Cette première démarche toutefois ne fut pas suivie d'effet immédiat. Des négociations s'étant ouvertes pour l'acquisition de la *Paléontologie française* par l'un de nos grands éditeurs, M. Gaudry dut retirer sa proposition.

Gustave Cotteau cependant était désireux d'entreprendre ce beau travail dont la haute importance et le renom, déjà universel, plaisaient à son ardeur; mais, à la suite de l'acquisition de l'ouvrage par M. Masson, il eut un instant d'incertitude sur la question de la continuation. Il avait entendu dire que des propositions avaient été faites à Desor à ce sujet et, ne voulant pas se mettre en concurrence avec lui, il lui demanda franchement et loyalement ce qu'il en était, lui assurant qu'il applaudirait de grand cœur si le fait était exact.

Dans une lettre aussi élogieuse qu'affectueuse, Desor déclara qu'aucune proposition ne lui avait été faite, que Cotteau, qui connaissait les Oursins mieux que personne, était naturellement désigné pour ce travail et que, dans l'intérêt même de l'ouvrage, il était à souhaiter qu'on s'en tint au premier projet.

A la suite de ces pourparlers, en 1859, M. Masson chargea Cotteau de l'achèvement du volume des Echinides irréguliers. Puis, sur ces

entrefaites, au mois de juin 1860, sur l'initiative des plus hautes autorités scientifiques, fut constitué le comité de spécialistes, tous membres de la Société géologique, qui fut chargé de continuer l'œuvre de d'Orbigny.

Cotteau, appelé à en faire partie, en devint bientôt le membre le plus actif et le plus zélé. Après la fin des Echinides irréguliers crétacés il publia les réguliers de ce terrain en un volume de 892 pages avec un atlas de 200 planches. Puis, de 1867 à 1885, il publia tous les Echinides jurassiques, occupant 3 volumes de texte et 518 planches, et, de 1885 à 1894, les Echinides éocènes en 2 volumes et 384 planches.

Il ne restait plus pour achever cette œuvre colossale qu'à faire connaître les Echinides du terrain tertiaire moyen et supérieur. M. Masson, pour qui la Paléontologie française était depuis longtemps devenue une assez lourde charge, ne voulait pas entreprendre cette dernière publication. Cependant, par amitié pour Cotteau et sur ses instances, il avait fini par y consentir. Déjà notre confrère, avec une hâte que ne justifiait que trop son âge avancé, faisant appel à tous les chercheurs, avait réuni des matériaux considérables.

Plus de 80 personnes ou musées lui avaient de toutes parts envoyé leurs Oursins miocènes. Déjà la première livraison était composée et tirée en épreuves, les planches étaient dessinées, quand la mort tout d'un coup est venue en arrêter la publication.

Cette dernière œuvre de Cotteau n'est pas absolument perdue pour la science. Sur mes instances, M. Masson a bien voulu m'en faire tirer quelques rares exemplaires, mais cette livraison ne sera pas publiée.

Il semble même qu'à moins de circonstances bien spéciales il en est fini de la Paléontologie française.

Comme me le disait récemment M. Masson, Cotteau a emporté avec lui dans la tombe non seulement le volume des Echinides miocènes mais encore toute continuation de la grande œuvre de d'Orbigny.

Telle qu'elle est cependant, la part de Cotteau dans ce gigantesque travail n'en constitue pas moins l'une des monographies les plus importantes qui aient jamais été publiées. Elle a fait le plus grand honneur à la science française et, grâce à notre ami, la classe des Echinides, l'une des plus ignorées jusque-là, est actuellement l'une de celles qui rendent le plus de services à la géologie.

X

Quelque considérable que fût le labeur qu'exigeait la préparation d'une pareille œuvre, il s'en faut de beaucoup cependant que Cotteau bornât ses efforts à cette publication. Les quelques livraisons qu'il pouvait annuellement faire paraître étaient loin de suffire à son activité, aussi publia-t-il simultanément de nombreux autres travaux.

En ce qui concerne les Echinides, on peut dire qu'il étudia ceux de toutes les parties du monde.

Pour ceux de la France, indépendamment des fascicules annuels qu'il publiait sur des Oursins nouveaux ou peu connus de toutes provenances et après ses descriptions des Echinides de l'Yonne et de ceux de la Sarthe, il publia des monographies spéciales sur ceux de l'Aube, des Pyrénées, de la Haute-Marne, de la Haute-Saône, des Bouches-du-Rhône, de l'Ardèche, de Biarritz, du Garumnien, de la Lorraine, des Corbières, de la Corse, du Sud-Ouest de la France, de la Normandie, des environs de Bordeaux, de Saint-Palais, de la Loire-Inférieure et de la Vendée, de l'Algérie, etc.

A l'étranger, il étudia ceux de la Palestine, de la Syrie, de la province du Hainaut, de la Suède, des Antilles suédoises, du calcaire de Mons, des terrains tertiaires de Belgique, de l'île de Cuba, des Karpates (Stramberg), du Mexique, de Madagascar, du Liban, du Turkestan, et, en Espagne, ceux de la province d'Oviédo, ceux de l'Aragon et ceux de la province d'Alicante. En mourant, il laisse encore inédites des études sur les Oursins de la Perse et sur ceux de la Sardaigne que, grâce à la collaboration de notre confrère M. Gauthier, nous connaîtrons prochainement.

Comme l'a rappelé en termes éloquents, M. Emile Blanchard devant l'Académie des Sciences, Cotteau a eu sous les yeux tous les exemplaires d'Oursins recueillis dans les différentes parties du monde. « Allez, » a-t-il dit, « de Londres à San-Francisco ; allez de » Saint-Pétersbourg à Sydney ; dans chaque ville où il existe un » musée d'histoire naturelle, si vous demandez : avez-vous des Our- » sins ?, le conservateur ne manquera jamais de vous répondre : » certes nous avons des Oursins et encore sont-ils déterminés par » M. Cotteau. »

Il est impossible, dans ce rapide aperçu, d'indiquer tous les progrès que notre confrère a fait faire à l'échinologie et notamment d'énumérer les espèces nouvelles ou même seulement les genres nouveaux qu'il a fait connaître. Le nombre en est considérable et

tous les savants que la question intéresse pourront toujours facilement les retrouver dans ses propres travaux. Il convient seulement d'insister ici sur le soin scrupuleux avec lequel ces genres et ces espèces ont été étudiés, sur la méthode vraiment scientifique suivie par lui dans ses descriptions et dans ses classifications, et enfin sur l'idée philosophique qui l'inspirait dans la distinction et le groupement des espèces.

Cotteau, comme la plupart de ses anciens maîtres et amis, croyait fermement à l'indépendance et à la fixité des espèces. L'étude minutieuse qu'il a faite des Echinides fossiles l'avait, disait-il, de plus en plus confirmé dans cette croyance. Bien que placés sur les degrés inférieurs de l'échelle des êtres, les Echinides fournissent, selon lui, dans cette grave question, des arguments d'une incontestable valeur. Jamais, notamment, on n'y retrouve de traces des modifications successives des types préexistants se transformant suivant les milieux où ils se développent; jamais on n'y retrouve aucun de ces types intermédiaires qui auraient dû servir de passage entre une espèce et une autre. La plupart des genres apparaissent sans qu'il soit possible de trouver à l'époque précédente une forme voisine dont ils puissent être les descendants ; de même, quand ils disparaissent de la série animale, c'est pour s'éteindre complètement. Les types qui les remplacent ne sauraient, en aucune manière, leur être rattachés.

Pénétrés de ces idées et désireux d'en fournir la justification, il cherchait attentivement, pour l'établissement de ses espèces, le caractère spécial susceptible de donner à chacune d'elles son individualité propre et de justifier son autonomie.

Evidemment, il ne pouvait toujours y réussir au même degré. Parfois l'amplitude des variations que présentent beaucoup d'espèces l'embarrassait et lui rendait difficile la séparation spécifique de certaines formes ayant entre elles de grandes affinités. Il n'hésitait pas alors à avouer sincèrement ses doutes.

Il est incontestable que, malgré ses affirmations, les partisans de la mutabilité des espèces peuvent trouver dans son œuvre, comme d'ailleurs dans toutes les œuvres similaires, de nombreux arguments à l'appui de leur manière de voir. C'est là, du reste, au moins pour une part, la conséquence de l'incertitude où, malgré les nombreuses définitions qui en ont été données, nous sommes encore au sujet de l'entité de ces groupes d'individus qu'en histoire naturelle on désigne, assez arbitrairement, par les mots *genre, espèce* et *variété*. La conception que nous avons de ces divers grou-

pements varie singulièrement suivant le genre d'études et les idées particulières de chacun.

Tels caractères différentiels qui, pour certains naturalistes, peuvent n'être que le résultat d'une simple variation individuelle, peuvent acquérir aux yeux de certains autres, une importance spécifique ou même générique. En réalité, nous n'avons à ce sujet aucun criterium certain. Nous ne pouvons, à ces manières de voir si divergentes, opposer jamais aucune objection péremptoire. En paléontologie surtout, l'arbitraire règne en maître et nous n'avons pour garantie que la science, la circonspection et la sincérité du descripteur.

Cotteau présentait au plus haut degré ces garanties. Il était vraiment sans parti pris et d'ailleurs très tolérant pour les idées des autres; aussi tous les paléontologues, même ceux qui, au point de vue philosophique, ne partageaient pas sa manière de voir, accueillaient avec confiance ses conclusions.

C'est toujours avec une attention consciencieuse et sans se laisser entraîner par aucune idée préconçue qu'il suivait, dans la longue succession des âges géologiques, les modifications incessantes de la faune échinitique, qu'il s'est attaché à montrer l'association des formes propres à chaque époque et à indiquer les types, assez rares, selon lui, et d'une longévité exceptionnelle, qui persistaient dans les époques suivantes.

En ce qui concerne la classification générale des Echinides et leur répartition en grands groupes, notre confrère a toujours montré ce même esprit scientifique prudent et mesuré. Se gardant soigneusement de rejeter toutes les idées précédemment acquises et de bouleverser la nomenclature, il s'est contenté de l'améliorer prudemment et progressivement.

C'est ainsi qu'ayant, dans le principe, adopté pour l'ensemble des Echinides les seules quatre grandes familles reconnues par Agassiz, il admit successivement des démembrements importants, à ce point que, dans ses derniers travaux, au lieu des quatre familles primitives, il en reconnaissait dix-sept.

En cela, évidemment, Cotteau a obéi à cette tendance irrésistible qui porte en ce moment les naturalistes au morcellement presque indéfini et pour ainsi dire à l'émiettement des anciens groupes, aussi bien des familles que des genres et des espèces.

Dès le commencement de ses recherches sur les Oursins fossiles, Cotteau s'était préparé à la parfaite connaissance de leur organisation par une étude approfondie des espèces actuellement vivantes.

C'est grâce à cette connaissance des détails de leur organisme qu'il a pu nous faire connaître bien des faits et bien des détails ignorés jusque-là dans les fossiles, comme la véritable orientation des Salénidées, la constitution de l'apex dans de nombreux genres comme les *Goniopygus*, les *Glyphocyphus*, les *Anorthopygus*, etc. ; puis certains organes délicats comme les appareils masticatoires, comme les plaques anales et buccales, si rarement conservées dans les Oursins fossiles ; puis enfin de nombreux cas tératologiques, des anomalies curieuses de constitution, etc., etc.

L'ensemble de l'œuvre de Gustave Cotteau sur l'échinologie ne comprend pas moins de 5.000 pages et près de 1.600 planches. Toutes ces planches ont été exécutées par son fidèle et habile dessinateur, M. Humbert, et, comme l'a dit Cotteau lui-même, elles l'ont été avec un talent, avec une exactitude et une finesse de détails qui n'ont été surpassés nulle part, et qui facilitent singulièrement la parfaite connaissance et la détermination précise des espèces.

Sur ce dernier point, permettez-moi, Messieurs, de m'arrêter encore un peu. Il importe, en effet, de démontrer ici que l'œuvre de Cotteau n'a pas réalisé que des progrès purement zoologiques, mais qu'elle a rendu à la géologie générale les plus signalés services. Tous les stratigraphes, en effet, m'approuveront, sans nul doute, quand je dirai combien les Oursins nous sont actuellement précieux pour la distinction et la détermination des horizons géologiques. Les Céphalopodes à coquilles chambrées seuls peuvent lutter, sous ce rapport, d'importance avec les Echinides. Peut-être même l'utilité de ces derniers est-elle plus grande encore ?

Les Céphalopodes cloisonnés, en effet, en raison de leur mode d'existence et de leur mode de dispersion dans les sédiments, sont réputés fossiles caractéristiques par excellence. Les stratigraphes leur accordent toute leur confiance, de préférence aux autres fossiles ; mais il faut considérer que nous ne pouvons plus les utiliser en deçà des terrains secondaires.

Il semble d'ailleurs que les Ammonites et les Echinides se complètent et se suppléent pour nous aider dans nos recherches stratigraphiques.

On ne peut avancer qu'il y ait entre ces deux catégories de fossiles une incompatibilité complète puisque, pour plusieurs genres au moins, les Echinides se montrent dans certaines assises, simultanément avec des Ammonites, mais il n'en est pas moins réel que, presque généralement, ces deux faunes sont à peu près exclusives l'une de l'autre. Sans aller au loin chercher des exemples qui

abondent, si nous regardons auprès de nous, dans nos terrains secondaires du Bassin de Paris, nous voyons que toujours les assises très riches en Ammonites, sont dépourvues d'Oursins et vice-versà. Nos étages du Lias, le Callovien, l'Oxfordien, le Portlandien, l'Albien où foisonnent les Ammonites, sont excessivement pauvres en Echinides. Au contraire, le Bathonien, le Rauracien, l'Astartien, puis tout le Crétacé supérieur sont fort riches en Echinodermes, à l'exclusion presque complète des Ammonites.

Comment en particulier serions-nous parvenus à distinguer les horizons successifs du grand massif de notre craie blanche sans l'aide des *Micraster*, des *Echinocorys* et autres Echinides ?

Dans les terrains tertiaires, le rôle des Echinides est encore plus important et devient même tout à fait prépondérant. Aussi, devons-nous regretter sincèrement que l'œuvre du maître ait été arrêtée à la moitié de ces terrains et que nous soyions ainsi privés de la série complète de la faune échinologique miocène et pliocène.

Les Oursins, comme l'a fait remarquer Cotteau lui-même, se prêtent mieux que la plupart des autres fossiles à une distinction spécifique rigoureuse. En raison de la complication et de la multiplicité des détails à étudier sur leur squelette calcaire, leur taxonomie acquiert un degré de précision que nous ne saurions atteindre dans les autres fossiles. Alors que dans les Mollusques, par exemple, la forme générale, l'ornementation de la coquille et les détails de la columelle ou de la charnière, quand on a la bonne fortune, assez rare, de les pouvoir étudier, sont à peu près les seuls éléments dont disposent le plus souvent les paléontologues pour distinguer les genres et les espèces, dans les Échinides, au contraire, en même temps qu'une forme extrêmement variable et des différences infinies de structure et de microstructure, on a encore à étudier de nombreux organes ou caractères externes tels que les plaques ocellaires et les plaques oviducales, les ambulacres et leurs pores, les impressions diverses, les fascioles, le péristome et le périprocte, dont la position est si variable, l'appareil apical, les tubercules servant de support aux radioles, les radioles eux-mêmes qui parfois ont suffi, en raison de leurs différences, pour motiver la distinction de certaines espèces dont cependant les tests paraissaient identiques.

Cotteau s'est attaché avec un soin minutieux à nous bien décrire tous ces organes dans les diagnoses de chaque espèce et à nous les montrer aux yeux dans d'excellentes figures. Aussi ses espèces sont-elles généralement bien définies et facilement reconnaissables.

En outre, toujours il a eu la précaution d'indiquer d'une façon détaillée les divers horizons géologiques habités par chacune d'elles, et toutes les localités de la France et de l'étranger où sa présence a été constatée.

Dans ces conditions on doit reconnaître que, grâce à lui, les Echinides sont devenus l'un des plus puissants auxiliaires de la stratigraphie, à ce point que, comme il l'a dit lui-même, un débris d'Oursin suffit souvent pour fixer l'âge incertain d'une assise.

XI

L'œuvre de Cotteau, en dehors de ses travaux sur les Echinides, pour être moins importante que ceux-ci, n'en constitue pas moins un ensemble considérable suffisant pour asseoir, à lui seul, la réputation d'un savant.

Elle consiste d'abord, en ce qui concerne les travaux originaux, en notes nombreuses sur la géologie des départements de l'Yonne et de l'Aube, sur des Mollusques fossiles, sur l'archéologie, etc. Plusieurs de ces notes furent consacrées à débrouiller la stratigraphie si compliquée de notre étage corallien, et à établir ses rapports avec les couches oxfordiennes par le bas et avec les couches astartiennes par le haut. D'autres furent consacrées à l'étude de nos terrains tertiaires et quaternaires, au mode de formation des grottes de la vallée de la Cure, à l'origine de nos blocs erratiques, etc.

Dans ses études sur les Echinides de l'Yonne, il fit précéder la description des espèces de chaque étage d'une étude géologique des couches qui les renferment et, comme dans notre département, très privilégié sour ce rapport, tous les étages des terrains secondaires sont richement représentés, il en est résulté que Cotteau, avec l'aide de quelques collaborateurs pour les étages supérieurs, a décrit la série très complète des terrains secondaires.

Plus tard, pour accompagner le mémoire paléontologique de M. de Loriol sur la faune de l'étage portlandien de l'Yonne, il rédigea une notice très détaillée sur la stratigraphie, la lithologie et l'extension géographique des couches de cet horizon.

Parmi les travaux d'ordre analytique, nous devons citer, en première ligne, cette importante série de rapports annuels sur les progrès de la géologie, qu'il publia régulièrement pendant douze années pour satisfaire aux instances de l'Institut des provinces.

Ces rapports, qui résumaient d'une façon claire et concise tous les travaux publiés en France pendant l'année écoulée, obtinrent

toujours un légitime succès. M. de Caumont les considérait comme la communication la plus importante de ses congrès scientifiques.

La *Revue de Géologie*, que MM. Delesse et de Lapparent ont longtemps publiée par fascicules annuels, a poursuivi l'idée de Cotteau en l'étendant et en y comprenant le mouvement scientifique à l'étranger.

Puis ce sont des rapports sur les musées et les expositions d'histoire naturelle de la province. Le premier de ces rapports avait été rédigé en vertu d'une mission spéciale confiée à notre ami par l'Institut des Provinces. Il visita les musées de Tours, Poitiers, Niort, La Rochelle, Angoulême, Bordeaux, Dax, Mont-de-Marsan, Bayonne, Pau, Bagnères-de-Bigorre, Tarbes, Toulouse, Montauban et Auch, et pour tout cela une indemnité quelque peu dérisoire de 200 francs lui avait été allouée.

Plus tard, il étendit ces rapports aux musées de la Suisse et de l'Allemagne du Sud.

Il faut enfin citer encore ici ses nombreux comptes-rendus des congrès scientifiques et des réunions de sociétés savantes, que Cotteau donnait principalement à notre Société des Sciences de l'Yonne et grâce auxquels cette Société était si bien tenue au courant du mouvement des sciences naturelles, puis des conférences sur divers sujets qu'il a faites soit à Auxerre même, soit dans les congrès de l'Association française, et, pour en finir avec cette longue énumération, de nombreux travaux sur l'archéologie préhistorique, dont le principal, un volume de plus de 300 pages, illustré de nombreuses figures, fut rédigé en 1889, sur la demande expresse de son éditeur, M. Baillière, pour la *Bibliothèque scientifique contemporaine*, et eut un succès considérable.

XII

Telle est à grands traits, et telle qu'il est possible de la résumer ici, l'œuvre de Gustave Cotteau. Mais, pour lui rendre toute la justice qui lui est due, il nous faut lui tenir compte encore des services fort nombreux qu'il a rendus plus ou moins directement à la science.

L'empressement qu'il mettait à déterminer les fossiles que de toutes parts on lui soumettait, la facilité avec laquelle il ouvrait ses collections à tous les travailleurs, l'importance enfin des matériaux qu'il communiquait libéralement à tous ceux qui les lui demandaient, favorisaient singulièrement les travaux des autres.

Quand d'Orbigny, par exemple, allait aborder l'étude d'une classe

de fossiles, il en prévenait Cotteau qui, immédiatement, se mettait en campagne et lui procurait soit des matériaux, soit des renseignements stratigraphiques. Le nombre considérable d'espèces que nous trouvons portant le nom de Cotteau dans les catalogues de d'Orbigny, témoigne de l'importance des découvertes faites par lui.

C'est à son initiative et grâce à sa féconde intervention que nous devons beaucoup d'importants travaux sur le département de l'Yonne, tels que la description des poissons fossiles de ce département, par M. Sauvage, celle des végétaux des couches bathoniennes d'Ancy-le-Franc et de notre étage corallien par de Saporta, le catalogue raisonné des Spongitaires de l'étage néocomien publié, en 1861, par de Fromentel dans le Bulletin de la Société des sciences de l'Yonne, le mémoire paléontologique de M. de Loriol sur l'étage portlandien et celui, plus important encore, du même savant sur la faune astartienne de Tonnerre, ceux de M. Lambert sur le Jurassique moyen et sur le Corallien de Tonnerre, puis de nombreuses notes d'Hébert, d'Ebray, de moi-même, etc., sur divers points du département.

J'ai parlé tout à l'heure, au sujet de la correspondance de Cotteau, des lettres que lui écrivait le professeur Bayle. Il en est qui montrent d'une façon bien probante avec quel dévouement notre confrère venait en aide aux études du savant professeur. Bayle, qui avait entrepris des recherches sur les *Diceras*, le conjurait incessamment de lui fournir de nouveaux matériaux. « Il m'en faut » lui écrivait-il, « 1,000, 10,000, 100,000 exemplaires et en grande vitesse. »

Je ne sais au juste si notre ami a pu lui fournir exactement toutes ces quantités, mais ce que je sais c'est que pour satisfaire à ces demandes il faisait, à grands frais, fouiller les coteaux de Coulanges, de Crain et de Merry-sur-Yonne et, si j'en crois certains accusés de réception qui sont entre mes mains, c'est au moins 602 exemplaires de *Diceras* qu'il a dû expédier. C'est grâce à ces envois que Bayle a pu faire connaître l'inattendue diversité de ces formes spécifiques qui, jusque-là, se cachaient sous le nom unique de *Diceras arietina*.

Dans une autre circonstance encore, Cotteau rendit à la science et à notre département un signalé service. Il s'agissait alors des Polypiers dont nos couches néocomiennes de l'Yonne renferment de si beaux et de si variés spécimens. Trois spécialistes, Michelin, Robineau-Desvoidy et d'Orbigny se proposaient simultanément pour s'occuper de ces fossiles. Michelin voulait les ajouter à ceux

des seize localités déjà comprises dans son *Iconographie zoophytologique*, et il priait instamment Cotteau, non seulement de lui communiquer ses propres matériaux, mais d'intervenir auprès de Dupin (d'Ervy) et de Robineau-Desvoidy pour qu'ils veuillent lui envoyer les leurs.

D'Orbigny, de son côté, les réclamait également. Il fit même le voyage de Saint-Sauveur et d'Auxerre et se plaignait amèrement à Cotteau que Robineau-Desvoidy n'avait voulu rien lui donner, rien lui prêter et à peine même le laisser chercher lui-même.

Cotteau, embarrassé par ces compétitions, se multipliait pour satisfaire tous ses correspondants. Il faisait dans nos environs des recherches et même des fouilles onéreuses et parvint ainsi à réunir une quantité considérable de Polypiers.

Il arriva cependant que Michelin, n'ayant pu obtenir tout ce qu'il désirait, renonça à les décrire ; Robineau-Desvoidy ne les décrivit pas davantage; d'Orbigny, dans son Prodrome, en mentionna et en nomma un grand nombre, mais il ne put ni les décrire, ni les faire figurer.

Ce ne fut que dix ans plus tard, seulement, qu'un quatrième savant, de Fromentel, entreprit enfin ce travail. Son mémoire : *Description des Polypiers fossiles de l'étage néocomien,* fut publié, en 1857, dans le Bulletin de la Société des Sciences de l'Yonne. Il embrasse 105 espèces, dont beaucoup portent le nom de notre ami et il lui était dédié. Cette dédicace est trop à son honneur pour que je ne la reproduise pas ici.

« A Monsieur Cotteau,

» Monsieur, le département de l'Yonne, qui vous doit un impor-
» tant travail sur les Echinodermes, vous a révélé des richesses
» zoophytologiques d'autant plus précieuses que la plupart des
» fossiles que vous avez découverts appartiennent à des espèces
» nouvelles et non décrites.

» Vous avez eu l'extrême obligeance, sachant la part active que
» je prends à l'étude des Zoophytes, de m'envoyer votre belle
» collection de Polypiers néocomiens et je me fais un devoir d'en
» publier la description dans le Bulletin de la Société du départe-
» ment de l'Yonne qui en a fourni la plus grande partie.

» Croyez, Monsieur, que je n'oublierai jamais les excellentes
» relations que nous avons eues ensemble, et veuillez agréer la
» dédicace de cet ouvrage comme un faible témoignage de mon
» affection et de ma haute estime.

» Gray, 12 décembre 1856.

» DE FROMENTEL. »

XIII

Tous ces services rendus à la science, tous ces travaux personnels si appréciés du monde savant, n'ont pas manqué d'attirer à Gustave Cotteau de nombreuses et de hautes distinctions honorifiques.

S'il a beaucoup travaillé, il a aussi beaucoup connu les joies du succès et le bonheur de voir le produit de son travail apprécié à sa juste valeur.

Dès le 26 août 1858, il a été nommé correspondant du ministère de l'instruction publique.

En 1861, aux réunions des sociétés savantes de la Sorbonne, il a obtenu une médaille de bronze, puis, en 1863, une médaille d'argent et, en 1867, une médaille d'or.

Le 10 août 1864, il reçut les palmes d'officier d'Académie et, le 25 mars 1876, celles d'officier de l'instruction publique.

Dans l'intervalle, le 3 août 1869, il avait été nommé chevalier de la Légion d'honneur.

En 1882, il fut nommé conservateur du musée de la ville d'Auxerre.

En 1884, l'Académie des Sciences lui a décerné le prix Vaillant de 2.500 francs, pour ses recherches sur les Échinides fossiles.

En 1885, le 12 juillet, la Société libre pour le développement de l'instruction et de l'éducation populaire lui a décerné une médaille d'honneur pour ses nombreux travaux d'anthropologie et d'archéologie.

L'Académie des Sciences l'a, en 1887, élu, au milieu de nombreux candidats, membre correspondant pour la section d'anatomie et de zoologie, et nous avons rappelé plus haut en quels termes élogieux M. E. Blanchard, l'éminent rapporteur de la commission, avait fait valoir ses titres à cette haute distinction.

Le 25 novembre 1891, la Société géologique de Londres lui a fait l'honneur, si recherché, de l'élire membre étranger en remplacement d'Hébert, le savant et regretté professeur de la Sorbonne, que nous nous honorons de compter parmi nos compatriotes et parmi les anciens élèves de notre collège.

En 1893, l'Académie de Dijon lui a décerné, pour ses beaux travaux, la plus haute récompense dont elle dispose, la médaille d'or.

Si, enfin, nous rappelons qu'à chacune des expositions universelles de 1867, de 1878 et de 1889, Cotteau avait obtenu une médaille d'honneur pour sa coopération à leur organisation et pour ses expositions personnelles d'objets d'art et d'archéologie préhistorique, nous en aurons à peine terminé avec la longue nomenclature des

récompenses qui lui ont été décernées, car il faudrait évidemment ranger encore parmi les plus hautes récompenses l'honneur qui lui a été dévolu à plusieurs reprises de présider de grandes sociétés scientifiques.

XIV

Presque toutes les grandes sociétés savantes de la France et de l'étranger se sont fait un honneur de compter Gustave Cotteau parmi leurs membres. Nous en donnons ci-après, avec l'époque de son admission, la liste telle que nous avons pu l'établir d'après les lettres ou les diplômes que nous avons entre les mains. Peut-être en avons-nous omis quelques-unes? Que ces sociétés veuillent bien nous excuser et n'attribuer cette omission qu'à l'absence d'indications suffisantes.

Parmi ces sociétés il en est quelques-unes qui réclament une mention spéciale en raison de la situation importante que notre confrère y a occupée.

C'est tout d'abord notre *Société géologique de France*, dont Cotteau était membre depuis plus de cinquante-quatre ans.

C'est, en effet, le 16 décembre 1839, alors qu'il était encore étudiant à Paris, qu'il y fut admis sur la présentation de La Joye et de Constant Prévost.

De cette époque lointaine et brillante de la Société, où le siège de la présidence était occupé par des savants tels que Brongniart, Constant Prévost, Elie de Beaumont, Alcide d'Orbigny, d'Archiac et tant d'autres non moins illustres, bien peu de membres subsistent encore parmi nous. Avec Cotteau nous avons eu le regret d'en perdre deux dans le courant de cette année, MM. Loustau et de la Sicotière et actuellement, trois seulement nous restent, qui sont plus anciens que lui dans la Société. Ces vénérés confrères, que je veux saluer ici, me pardonneront, j'espère, de citer leurs noms. Ce sont : M. Parandier, notre doyen, entré dans la Société en 1833 ; M. Victor Raulin, admis en 1837, et enfin M. Daubrée, admis, comme Cotteau, en 1839.

En 1874, Gustave Cotteau, quoique ne résidant pas à Paris, eut l'honneur d'être élu président de la Société. Le même honneur lui fut encore attribué en 1886, et tous nos confrères ont gardé le souvenir de la courtoisie, de l'autorité et de la haute compétence avec lesquelles il dirigeait nos discussions et présidait à nos séances.

Depuis longtemps il était membre à vie de la Société. En raison du legs qu'il lui a fait et en vertu de notre règlement, il doit devenir

membre à perpétuité. Son nom continuera à figurer parmi les nôtres, et ce sera toujours avec un bon souvenir que nous le lirons en tête de nos listes.

Une autre Société dans laquelle Cotteau occupa une situation plus considérable encore, est notre *Société des Sciences historiques et naturelles de l'Yonne*. Il en fut, en 1847, l'un des membres fondateurs et l'un des organisateurs. Le premier Bulletin de cette Société contient déjà quatre notes scientifiques de lui et, depuis cette époque, pas un des volumes ne fut publié sans qu'il y fît insérer quelques mémoires.

Successivement secrétaire, puis vice-président pendant quinze années consécutives, il fut élu président, en 1883, lors de la mort d'Ambroise Challe et, à dater de ce jour, il ne cessa, jusqu'à sa mort, d'être constamment réélu.

Cotteau était vraiment l'âme de cette Société, qu'il affectionnait tout particulièrement, et il a beaucoup contribué à en faire l'une des plus actives, des plus laborieuses et des plus considérées qui soient en France. C'est à elle qu'il réservait tous ces comptes rendus des congrès internationaux ou autres, des réunions savantes de toutes sortes qui, comme il l'a dit lui-même, avaient pour but de populariser les idées scientifiques, et de tenir la Société qu'il présidait au courant du grand mouvement intellectuel et des découvertes zoologiques, géologiques et archéologiques de notre époque.

Sa perte a été profondément ressentie dans cette Société, et les témoignages touchants d'affection et d'admiration, qui lui ont été donnés, lors de sa mort, par les vice-présidents, étaient bien réellement la traduction des sentiments unanimes de tous les membres.

Parmi les grandes sociétés où Gustave Cotteau remplit également un rôle important, il faut citer encore l'*Association française pour l'avancement des Sciences*, aux congrès annuels de laquelle il assistait régulièrement, où il fit des conférences publiques et où le plus souvent il présidait la section de géologie ; puis la *Société zoologique de France* dans le Bulletin de laquelle il publiait annuellement ses fascicules si intéressants des Oursins nouveaux ou peu connus et dont il fut élu président pendant l'année 1889 ; puis enfin, l'*Institut des provinces*, où il entra comme membre titulaire le 25 avril 1859, et où sa situation sans cesse grandissante devint bientôt une des plus considérables.

Elu secrétaire le 23 avril 1865 pour la section des sciences, il devint dans la même année président de cette section et, le 14 février 1868, il était nommé secrétaire général de la Société.

Ses communications, notamment ses rapports sur les progrès de la géologie en France, étaient, comme je l'ai dit, un des principaux attraits des congrès scientifiques annuels que l'Institut des provinces organisait dans les principales villes de France et aussi des réunions de délégués des Sociétés savantes qu'il dirigeait, qu'on appelait aussi le Conseil général des Académies et qui se tenaient alors dans la rue Bonaparte pendant les vacances de Pâques.

Les nombreuses lettres que de Caumont, le directeur de l'Institut, lui écrivait sans cesse, témoignent toutes du rôle important de notre confrère pour l'organisation de ces congrès et de ces réunions.

Je n'en veux citer qu'un court passage qui suffit à les résumer toutes. « Votre lettre m'inquiète, » lui écrivait-il, le 18 juillet 1870, « que ferons-nous sans vous ? Comment trouver un président pour l'histoire naturelle, si votre mal de pied vous arrête le 31 juillet ? Je suis dans l'anxiété et j'attends de meilleures nouvelles. »

XV

Comme on le voit, la vie de Gustave Cotteau a été partout et toujours bien remplie par le travail. Ceux qui ne le voyaient que dans l'une de ses sphères d'action ne pouvaient se rendre compte de la somme énorme d'activité et de labeur qu'il dépensait.

C'est à le montrer à tous, c'est à mettre en lumière ce dévouement de tous les instants, ce labeur ininterrompu que la présente notice est destinée.

Notre ami regretté, au surplus, ne s'est pas contenté de bien mériter de la science de son vivant, il a voulu encore la servir même après sa mort par ses libéralités et par les dispositions testamentaires qu'il a arrêtées.

Ces dispositions, vous les connaissez déjà. Il a légué 3.000 francs à la Société géologique et 3.000 francs à la Société des Sciences de l'Yonne.

Ses précieuses collections d'histoire naturelle sont conservées à la science. Sa bibliothèque seule va être dispersée et rentrera dans le fonds commun et dans la circulation générale.

La collection d'Echinodermes de l'époque actuelle a été léguée au Muséum d'histoire naturelle, qu'elle a enrichi de nombreuses espèces que ne possédait pas encore notre grand établissement scientifique.

La collection d'Échinides fossiles, la plus importante de toutes, a été léguée à l'École des Mines où, réunie à la collection Michelin,

elle va, comme le disait récemment le savant directeur de l'École des mines, M. Haton de la Goupillière, constituer un ensemble hors de pair, avec lequel il sera difficile à tout autre musée de rivaliser.

La collection de conchyliologie n'a pas encore reçu d'affectation.

Quant à la collection considérable de paléontologie stratigraphique que Cotteau avait réunie, comme elle intéresse tout particulièrement le département de l'Yonne, c'est à un compatriote qu'il a jugé bon de la léguer. C'est à Auxerre que je l'ai installée, et que je vais la réunir à celle non moins considérable que j'amasse moi-même depuis 40 ans et qui la complètera très heureusement par l'adjonction de la paléontologie de nombreuses régions que notre confrère n'a pas eu l'occasion d'explorer.

Mon âge, malheureusement, ne me permettra pas de tirer tout le parti utile de cette collection de Cotteau, mais, conformément aux idées et aux habitudes de notre ami regretté, elle continuera à rester largement ouverte à tous les travailleurs qui voudront l'utiliser. Tous ceux de nos confrères qui, n'ayant pas oublié le chemin d'Auxerre, voudront y venir puiser des matériaux d'étude, seront toujours les bienvenus.

Ils y trouveront partout le souvenir de leur ami et, passant devant sa maison aujourd'hui déserte sur laquelle ils jetteront un regard attristé, ils pourront aller, non loin de là, dans ce cimetière où il repose auprès de ceux qui lui furent chers, saluer la tombe de ce grand homme de science et de ce grand homme de bien qui fut Gustave Cotteau.

LISTE DES SOCIÉTÉS SCIENTIFIQUES DONT FAISAIT PARTIE GUSTAVE COTTEAU

16 Décembre 1839. — Membre de la Société Géologique de France. — Président de de cette Société pendant les années 1874 et 1886.

1er Août 1847. — Membre fondateur de la Société des Sciences historiques et naturelles de l'Yonne. — Vice-Président de cette Société de 1868 à 1883 et Président depuis 1883 jusqu'à sa mort.

2 Avril 1852. — Membre de la Société d'Agriculture, Sciences, Arts et Belles-Lettres du département de l'Aube.

1er Septembre 1858. — Membre correspondant de la Société Linnéenne de Bordeaux.

25 Avril 1859. — Membre titulaire de l'Institut des Provinces. — Secrétaire général de cette Société le 14 Février 1868.

13 Décembre 1860. — Membre correspondant de la Société d'émulation du Doubs.

14 Mai 1863. — Membre correspondant de la Société des Sciences naturelles de Neufchâtel.

18 Mai 1865. — Membre correspondant de la Société d'Archéologie, Sciences, Lettres et Arts du département de Seine-et-Marne.

23 Août 1865. — Membre de la Société helvétique des Sciences naturelles.
22 Novembre 1866. — Membre correspondant de la Société des Sciences naturelles du département de la Charente-Inférieure.
29 Avril 1867. — Membre correspondant de la Société Zoologique impériale et royale de Vienne (Autriche).
1872.— Membre de l'Association Française pour l'avancement des Sciences et de l'Association Scientifique de France.
25 Mars 1874. — Correspondant étranger de la Société Géologique de Londres.
6 Septembre 1874. — Membre effectif de la Société Malacologique de Belgique.
16 Juin 1875. — Membre honoraire de la Société des Sciences naturelles du canton de Vaud (Suisse).
7 Juillet 1876. — Membre correspondant de la Société d'Agriculture, Histoire naturelle et Arts utiles de Lyon.
31 Mai 1877. — Membre d'honneur de la Société des Sciences naturelles de Saône-et-Loire.
1882 (?). — Membre de la Société Zoologique de France. — Président de la Société pendant l'année 1889.
16 Octobre 1888. — Membre correspondant du Comité des Sociétés des Beaux-Arts des départements.
3 Juillet 1878. — Membre inspecteur, pour le département de l'Yonne, de la Société française des Archives photographiques, historiques et monumentales.
1887.— Membre correspondant de l'Académie des Sciences, section d'Anatomie et de Zoologie.
1891.— Membre de la Société des Sciences naturelles de l'Ouest de la France, à Nantes.
25 Novembre 1891. — Membre étranger de la Société Géologique de Londres.
26 Août 1858. — Correspondant du Ministère de l'Instruction publique.
1867. — Membre de la Commission de l'histoire du travail à l'Exposition universelle de Paris.
1882. — Conservateur du Musée départemental de la ville d'Auxerre.

LISTE CHRONOLOGIQUE DES TRAVAUX SCIENTIFIQUES PUBLIÉS PAR GUSTAVE GOTTEAU

1844. — 1. Note géologique déterminant la présence des couches oxfordiennes aux environs de Châtel-Censoir (Yonne) (*Annuaire de l'Yonne*, année 1844, p. 236).
1844. — 2. Note sur la position que le terrain aptien du département de l'Yonne occupe dans la série crétacée (*B. S. G. F.*, 2e Sér., t. II, p. 89).
1847. — 3. Aperçu sur la géologie du département de l'Yonne (*Bull. Soc. sc. hist. et nat. de l'Yonne*, t. I, p. 23).
1847. — 4. Note sur le *Dysaster Michelini*, 1 pl. (*Bull. Soc. sc. hist. et nat. de l'Yonne*, t. I, p. 99).
1847. — 5. Observations sur les blocs erratiques de Magny, près Châtel-Censoir (*Bull. Soc. sc. hist. et nat. de l'Yonne*, t. I, p. 241).
1847. — 6. Etudes sur le massif corallien de Châtel-Censoir, Coulanges-sur-Yonne, Andryes, etc. (*Bull. Soc. sc. hist et nat. de l'Yonne*, t. I, p. 307).

1847-1855. — 7. Comptes rendus des travaux de la Société des sciences hist. et naturelles de l'Yonne (en collaboration avec Quantin), (t. I, III, VI, IX du *Bulletin* de cette Société).

1848. — 8. Note sur deux espèces de Pholadomyes, 1 pl. (*Bull. Soc. sc. hist. et nat. de l'Yonne*, t. II, p. 403).

1849. — 9. Description d'une nouvelle espèce de coquille térébrante, 1 pl. (*Bull. Soc. sc. hist. et nat. de l'Yonne*, t. III, p. 97).

1849-1876. — 10. Etudes sur les Echinides fossiles du département de l'Yonne. Terrains jurassiques et crétacés, 2 vol., avec atlas de 84 pl. (*Bull. Soc. sc. hist. et nat. de l'Yonne*).

1850. — 11. Compte-rendu de la Carte géologique et agronomique de M. Belgrand (*Bull. Soc. sc. hist. et nat. de l'Yonne*, t. IV, p. 17).

1851. — 12. Catalogue méthodique des Echinides recueillis dans l'étage néocomien du département de l'Yonne (*Bull. Soc. sc. hist. et nat. de l'Yonne*, t. V, p. 281).

1852-1857. — 13. Etudes sur les Mollusques fossiles du département de l'Yonne (Extr. *Bull. Soc. sc. hist. et nat. de l'Yonne*, t. VI, p. 301, t. VII, p. 319, t. VIII, p. 201).

1854. — 14. Note sur quelques espèces de Mollusques terrestres et fluviatiles (*Bull. Soc. sc. hist. et nat. de l'Yonne*, t. VIII, p. 107).

1854. — 15. Notice sur les Echinides de l'étage kimméridgien de l'Aube (*B. S. G. F.*, 2e Sér., t. XI, p. 351).

1855. — 16. Notice sur l'âge des couches inférieures et moyennes de l'étage corallien de l'Yonne (*B. S. G. F.*, 2e Sér., t. XII, p. 693).

1855. — 17. Note sur une carte de la Gaule tirée de la carte de Peutinger (en collaboration avec Quantin). *Bull. Soc. sc. hist. et nat. de l'Yonne*, t. IX).

1855. — 18. Note sur un nouveau genre d'Echinide fossile, genre *Desorella* (*B. S. G. F.*, 2e Sér., t. XII, p. 710).

1856. — 19. Note sur la collection de fossiles donnée à la Société des Sciences par MM. Perriquet (*Bull. Soc. sc. hist. et nat. de l'Yonne*, t. X, p. 229).

1856. — 20. Note sur les fossiles du Gault rencontrés par M. Foucart dans les sables de la montagne Saint-Georges, près Auxerre (*Bull. Soc. sc. hist. et nat. de l'Yonne*, t. X, p. 234).

1856. — 21. Compte rendu de la séance tenue par la Société Géologique de France à Joinville (Haute-Marne) ; comparaison des terrains observés par la Société avec ceux du département de l'Yonne (*Bull. Soc. sc. hist. et nat. de l'Yonne*, t. X, p. 582).

1856. — 22. Catalogue des Echinides fossiles des Pyrénées et description des espèces nouvelles (en collaboration avec Leymerie) (*B. S. G. F.*, 2e Sér., t. XIII, p. 319).

1856. — 23. Sur les Echinides fossiles de la Sarthe (*B. S. G. F.*, 2e Sér., t. XIII, p. 646.)

1856. — 24. Sur les Echinides du terrain jurassique de la Haute-Marne. (*B. S. G. F.*, 2e Sér., t. XIII, p. 834).

1857. — 25. Echinides du département de la Sarthe, considérés au point de vue zoologique et stratigraphique, en collaboration avec M. Triger ; un volume in-8°, avec un atlas de 75 pl. et 2 tableaux ; J.-B. Baillière et fils.

1858. — 26. Note sur l'appareil apical du genre *Gonyopigus* (*B. S. G. F.*, 2e Sér., t. XVI, p. 102).

1858-1880. 27. Echinides nouveaux ou peu connus ; 1re sér., un volume in-8° avec atlas de 32 pl. (Extrait *Revue et mag. de zool.*).

1859. — 28. Note sur le genre Galeropygus (*B. S. G. F.*, 2e Sér., t. XVI, p. 289).

1859. — 29. Notice bibliographique sur le *Synopsis des Echinides fossiles* de M. Desor (*Revue et mag. de zool.*, année 1859).

1859. — 30. Notice sur la formation des grottes d'Arcy-sur-Cure (Yonne) (*Congrès scient. de France*, session d'Auxerre).

1859. — 31. Aperçu d'ensemble sur la géologie et la paléontologie du département de l'Yonne (*Congrès scient. de France*, session d'Auxerre).

1859. — 32. Paléontologie française ; Terrains crétacés : genres *Catopygus*, *Pyrina* et *Echinoconus*, publiés d'après les notes manuscrites laissées par d'Orbigny, avec 6 pl. (V. Masson, éditeur).

1860 à 1870. — 33. Rapports sur les progrès de la géologie en France (*Annuaire de l'Institut des provinces*). Douze rapports annuels.

1860. — 34. Note sur les Echinides recueillis en Espagne par MM. de Verneuil, Triger et Collomb (*B. S. G. F.*, 2e Sér., t. XVII, p. 372).

1860. — 35. Note sur le genre *Heterocidaris*, nouveau type de la famille des Cidaridées, 1 pl. (*B. S. G. F.*, 2e Sér., t. XVII, p. 378).

1860. — 36. Note sur les Echinides portlandiens de la Haute-Saône et note sur les Echinides de l'étage kimméridgien. (*B. S. G. F.*, 2e Sér., t. XVII, p. 806).

1860. — 37. Note sur le genre *Metaporhinus* et la famille des Collyritidées, 1 pl. (*Bull. Soc. sc. hist. et nat. de l'Yonne*, t. XIV, p. 8).

1861. — 38. Note sur la famille des Salénidées. (*B. S. G. F.*, 2e Sér., t. XVIII, p. 614).

1862-1867. — 39. Paléontologie française; Terrains crétacés; Echinides réguliers. un vol. in-8° avec un atlas de 200 pl. (C. Masson, éditeur).

1863. — 40. Considérations stratigraphiques et paléontologiques sur les Echinides de l'étage néocomien du département de l'Yonne (*B. S. G. F.*, 2e Sér., t. XX, p. 355).

1863. — 41. Sur les Echinides des couches nummulitiques de Biarritz (*B. S. G. F.*, 2e Sér., t. XXI, p. 81).

1863. — 42. Echinides fossiles des Pyrénées, 9 pl. (Extrait *Congrès scient. de France*, sess. Bordeaux).

1864. — 43. Note sur la provenance géologique des pierres qui ont servi à la construction primitive de l'église de Vezelay (*Bull. Soc. sc. hist. et nat. de l'Yonne*, t. XVIII, p. 153).

1864. — 44. Compte rendu des réunions des Sociétés savantes à la Sorbonne, du 30 mars au 2 avril (*Bull. Soc. sc. hist. et nat. de l'Yonne*, t. XVIII).

1864. — 45. Une visite au Musée de Troyes (*Journal de l'Aube*, 1864).

1864. — 46. Note géologique sur un gisement de bois de cerfs trouvé à Guerchy (Yonne) (*Bull. Soc. hist. et nat. de l'Yonne*, t. XVIII, p. 44).

1864. — 47. Sur les Oursins crétacés des environs de Martigues (Bouches-du-Rhône). (*B. S. G. F.*, 2e Sér., t. XXI, p. 482).

1865. — 48. Rapport sur de nouvelles fouilles exécutées dans la grotte des Fées, à Arcy-sur-Cure (Yonne). *Bull. Soc. sc. hist. et nat. de l'Yonne*, t. XIX, p. 337).

1865. — 49. Note sur le *Ptycholepis bollensis* des calcaires liasiques bitumineux de Vassy. (*Bull. Soc. sc. hist. et nat. de l'Yonne*, t. XIX, p. 337).

1865. — 50. Deux jours d'excursion dans le terrain jurassique des environs de Tonnerre (Yonne). (*Bull. Soc. sc. hist. et nat. de l'Yonne*, t. XIX, p. 348.)

1865. — 51. Catalogue raisonné des Echinides fossiles du département de l'Aube. 2 pl. (*Congrès scientif. de France*, session de Troyes).

1866. — 52. Excursion géologique dans les terrains tertiaires et quaternaires de l'Yonne (*Bull. Soc. sc. hist. et nat. de l'Yonne*, t. XX, p. 14).

1866. — 53. Rapport sur la collection de géologie offerte à la société par M. Ricordeau (*Bull. Soc. sc. hist. et nat. de l'Yonne*. t. XX, p. 332).

1867. — 54. Note sur les Echinides crétacés décrits dans le VIIe vol. de la Paléontologie française (*B. S. G. F.*, 2e Sér., t. XXIV, p. 434).

1867. — 55. Rapport sur les Musées d'histoire naturelle de quelques-unes des villes du Sud-Ouest de la France (*Annuaire des Sociétés savantes*, année 1867).

1867. — 56. Fossiles albiens et cénomaniens des environs de Saint-Florentin (Yonne), 1 pl. (*Bull. Soc. sc. hist. et nat. de l'Yonne*, t. XXI, p. 409).

1867. — 57. Monographie paléontologique et stratigraphique de l'étage portlandien du département de l'Yonne (en collaboration avec M. de Loriol). 16 pl. (*Bull. Soc. hist. et nat. de l'Yonne*, t. XXI. p. 437).

1867-1885. — 58. Paléontologie française; Terrains jurassiques, Echinides irréguliers et réguliers, 3 vol. in-8°, avec un atlas de 518 pl. formant trois vol. (G. Masson, éditeur).

1867 (?). — 59. Considérations générales sur les Echinides réguliers du terrain crétacé de France.

1867. — 60. Sur deux Echinides fossiles du genre *Asterostoma* qui se trouvent à l'Exposition universelle (*B. S. G. F.*, 2e Sér., t. XXIV, p. 826).

1868. — 61. Nouvelles observations sur le terrain jurassique des environs de Tonnerre (*Bull. Soc. sc. hist. et nat. de l'Yonne*, t. XXII, p. 13).

1868. — 62. Le Congrès international d'anthropologie et d'archéologie préhistoriques tenu à Paris au mois d'août 1867 (*Bull. Soc. sc. hist. et nat. de l'Yonne*, t. XXII, p. 13).

1868. — 63. L'homme avant l'histoire. — Conférence (Auxerre. — G. Perriquet, éditeur).

1869. — 64. Compte rendu d'une excursion à Moulin-Quignon et à Saint-Acheul. *Congrès scient. de France*, 34e session à Amiens (*Annuaire Institut des provinces*).

1869. — 65. Note sur les Echinides du terrain jurassique supérieur d'Algérie. (*B. S. G. F.*, 2e Sér. t. XXVI, p. 529).

1869. — 66. Notes sur les Échinides recueillis par M. L. Lartet en Syrie et en Idumée, pendant son voyage avec le duc de Luynes (*B. S. G. F.*, 2e Sér., t. XXVI, p. 533. — Id. *C. R. Ac.. Sc.*, 25 janvier 1869).

1869. — 67. Notes sur quelques musées d'histoire naturelle de la Suisse et de l'Allemagne du Sud (*Bull. Soc. sc. hist. et nat. de l'Yonne*, t. XXIII, p. 3).

1869. — 68. Description de quelques Echinides tertiaires des environs de Bordeaux. 2 pl. (*Act. Soc. linn. de Bordeaux*, t. XXVII).

1870. — 69. Notice sur le genre *Asterostoma*, 2 pl. (*Mém. Soc. Géol. France*, 2e Sér., t. IX. — Id. *C. R. Ac. Sc.*, 7 février 1870).

1870. — 70. Paleontologische Mittheilungen, die fauna der ältern Tithonbildungen; Echinodermata, 1 pl., p. 268 (Cassel, 1870, Fischer, éditeur).

1870. — 71. Description de quelques espèces d'Echinides de Suède, 2 pl. (*Ann sc. géol.*, t. I, p. 331).

1870. — 72. Notice bibliographique sur le Bassin parisien aux âges antéhistoriques, par M. Belgrand (*Bull. Soc. sc. hist. et nat. de l'Yonne*, t. XXIV, p. 21).

1871. — 73. Description des Echinides de l'Oxfordien inférieur de l'Ardèche; in Dumortier, Sur quelques gisements de l'Oxfordien inférieur de l'Ardèche (Lyon, Josserand, éditeur).

1872. — 74. Sur les Oursins fossiles de la Suisse (*B. S. G. F.*, 3e Sér., t. I, p. 80).

1872. — 75. Congrès international d'anthropologie et d'archéologie préhistoriques, session de Bruxelles (*Bull. Soc. sc. hist. et nat. de l'Yonne*, t. XXVI, p. 201).

1873. — 76. Sur le genre *Tetracidaris*, 1 pl. (*B. S. G. F.*, 3e sér., t. II, p. 638).

1873. — 77. Paléontologie des environs de Biarritz par M. le Comte de Bouillé; description des Echinides par G. Cotteau.

1874. — 78. Note sur les Echinides irréguliers du terrain jurassique de France (*B. S. G. F.*, 3e Sér., t. II, p. 433).

1874. — 79. Note sur les Echinides crétacés de la province du Hainaut, 2 pl. (*B. S. G. F.*, 3e Sér., t. II, p. 638).

1874. — 80. Sur les Oursins des Antilles suédoises (*B. S. G. F.*, 3e Sér., t. II, p. 125).

1874. — 81. Congrès international d'anthropologie et d'archéologie préhistorique, session de Stockholm (*Bull. Soc. sc. hist. et nat. de l'Yonne*, t. XXVIII, p. 84).

1875. — 82. Description des Echinides tertiaires des îles Saint-Barthélemy et Anguilla, in-4°, avec 8 pl., mémoire présenté à l'Académie royale suédoise des Sciences, le 10 février 1874 (*Kongl. svenska Vetenskaps-Akademiens handlingar* ; Bandet 13, n° 6, 1875).

1875. — 83. Notice sur la réunion de la Société géologique de France à Chambéry, à Genève et à Chamonix. — Réunion de la Société helvétique à Andermatt (*Bull. Soc. sc. hist. et nat. de l'Yonne*, t. XXIX, p. 237).

1875. — 84. Echinides tertiaires des îles Saint-Barthélemy et Anguilla (*B. S. G. F.*, 3e Sér., t. V, p. 126).

1876. — 85. Réunion des délégués des sociétés savantes à la Sorbonne. (*Bull. Soc. sc. hist. et nat. de l'Yonne*, t. XXX, p. 3).

1876. — 86. Congrès international d'anthropologie et d'archéologie préhistorique, session de Budapesth. (*Bull. Soc. sc. hist. et nat. de l'Yonne*, t. XXX, p. 105).

1876-1884. — 87. Echinides fossiles de l'Algérie; description des espèces déjà recueillies dans ce pays et considérations sur leur position stratigraphique (en collaboration avec MM. Peron et Gauthier); 2 vol. in-8° avec 69 pl. (G. Masson, éditeur).

1877. — 88. Description des Echinides des terrains tertiaires moyens de la Corse, 10 pl. (*Soc. d'agric., hist. nat. et arts utiles de Lyon*).

1877. — 89. Observations sur les fossiles des terrains tertiaires moyens de la Corse et notamment sur les Echinides (*B. S. G. F.*, 3e Sér., t. VII, p. 71).

1877. — 90. L'Exposition géologique et paléontologique du Havre (*Bull. As. fr.*; congrès du Havre).

1877. — 91. Considérations générales sur les Cidaris du terrain jurassique de Normandie (*Ass. fr. avanc. des Sc.*; congrès du Havre).

1877. — 92. Description des Echinides de la colonie du Garumnien. 4 pl. (*Ann. sc. géol.*, t. IX, p. 55).

1878. — 93. Description des Echinides du calcaire grossier de Mons, in-4°, 1 pl. (*Mémoires couronnés et Mém. des savants étrangers publiés par l'Acad. royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique*, Bruxelles, 1878).

1878. — 94. Notice sur les Echinides de l'étage sénonien du département de l'Yonne et leur répartition dans les différentes zones (*Bull. As. fr.*, congrès de Paris).

1878. — 95. Considérations stratigraphiques et paléontologiques sur les Echinides de l'étage cénomanien de l'Algérie (*Bull. As. fr.*, congrès de Montpellier).— Id. (*C. R. Ac. Sc.*, 14 avril 1879).

1878. — 96. Sur les Salenidées du terrain jurassique de France (*C. R. Ac. Sc.*, 9 janvier 1877).

1879. — 97. Les sciences anthropologiques à l'exposition universelle de 1877. (*Bull. Soc. sc. hist. et nat. de l'Yonne*, 2e sér., t. II).

1879. — 98. Note sur les Cidaridées jurassiques de la France. (*B. S. G. F.*, 3e Sér., t. VII, p. 246).

1880. — 99. Description des Echinides tertiaires de la Belgique, in-4°, 6 pl. (*Mémoires couronnés et mém. des savants étrangers, publiés par l'Acad. des Sc., des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique*, t. XLIII, Bruxelles, 1880). — Id. (*C. R. Ac. Sc.*, 19 juillet 1880).

1880. — 100. Note sur les Echinides urgoniens recueillis par M. Barrois dans la province d'Oviédo (Espagne), 1 pl. (*Ann. Sc. géol.*, t. X, art. 2).

1880. — 101. Sur les Echinides de l'étage turonien de l'Algérie (*Bull. As. fr.* congrès de Reims).

1880. — 102. La section de géologie au Congrès de l'Association française pour l'avancement des sciences à Reims (*B. S. G. F.*, 3e Sér., t. IX, p. 107).

1880. — 103. Exposition d'histoire naturelle à Reims (*Bull. As. fr.*, congrès de Reims).

1880. — 104. Congrès des Sociétés savantes des départements à Paris (*Bull. Soc. sc. hist. et nat. de l'Yonne*, 2e sér., t. I).

1880. — 105. Catalogue des Echinides jurassiques de la Normandie, Comptes rend. Expos. 1877).

1881. — 106. Congrès international d'Anthropologie et d'Archéologie préhistorique (Session de Lisbonne, 1881).

1881. — 107. Note sur les Echinides tertiaires de Belgique (*B. S. G. F.*, 3e Sér., t. IX, p. 214).

1881. — 108. Note sur les Hemicidaris du terrain jurassique (*B. S. G. F.*, 3e Sér., t. X, p. 48).

1881. — 109. Description des Echinides fossiles de l'île de Cuba, 4 pl. (*Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. IX, p. 3). (*B. S. G. F.*, 3e Sér., t. X, p. 264).

1881. — 110. Note sur les *Echinoconus* de la carrière de Dracy (Yonne), 1 pl. (*Bull. Soc. sc. hist. et nat. de l'Yonne*, 2e sér. t. IV).

1881. — 111. Note sur les Echinides de l'étage sénonien de l'Algérie (*C. R. Ac. Sc.*, 17 avril 1882). — Id. (*B. S. G. F.*, 3e Sér., t. X, p. 341).

1882-1893. — 112. Echinides nouveaux ou peu connus. 2e Sér., 12 fasc., 24 pl. (*Bull. Soc. zool. de France*).

1882. — 113. Note sur les *Pseudodiadema* du terrain jurassique (*B. S. G. F.*, 3e Sér., t. XI, p. 8).

1882. — 114. Musée départemental d'histoire naturelle de La Rochelle (*Bull. As. fr.*, congrès de La Rochelle).

1882. — 115. Sur les Echinides fossiles de l'île de Cuba (*C. R. Ac. Sc.*, 13 février 1882).

1882. — 116. La géologie au congrès de La Rochelle. (*Bull. Soc. sc. hist. et nat. de l'Yonne*, 2e Sér., t. VIII, p. 13).

1883. — 117. Echinides jurassiques de l'Algérie (*C. R. Ac. Sc.*, 23 avril 1883). — Id. (*B. S. G. F.*, 3e sér., t. XI, p. 449).

1883. — 118. Echinides jurassiques, crétacés et éocènes du sud-ouest de la France. 12 pl. (*Ann. Soc. sc. nat. de La Rochelle*, 1883). — Id. (*B. S. G. F.*, t. XII, p. 179).

1883. — 119. Discours prononcé aux obsèques d'Ambroise Challe, président de la Société des sc. hist. et nat. de l'Yonne (Auxerre, 1883).

1884. — 120. La géologie au congrès scientifique de Rouen, en 1883 (*Bull. Soc. sc. hist. et nat. de l'Yonne*, 2e Sér., t. VIII, p. 13).

1884. — 121. Les explorations marines à de grandes profondeurs. (*Bull. Soc. sc. hist. et nat. de l'Yonne*, 2e Sér., t. VIII, p. 1).

1884. — 122. Echinides du terrain éocène de Saint-Palais, in-8°, 6 pl. (*Ann. sc. géol.*, t. XVI, art. 2). — Id. (*C. R. Ac. Sc.*, 14 janvier 1884.

1884. — 123. Die Echiniden der Stramberger schichten. in-8° avec 5 pl., in-4°. (*Palœontologische Mittheilungen aus dem Museum des Königl. Bayer Staates* ; Fischer, Cassel, 1884). — Id. (*C. R. Ac. Sc.*, 10 novembre 1884).

1885. — 124. Notice sur les travaux scientifiques de M. G. Cotteau ; in-4°, 45 pages, Paris, 1885.

1885-1894. — 125. Paléontologie française. — Echinides du terrain éocène. 2 vol. de textes et atlas de 380 pl. (G. Masson).

1885. — 126. L'Association française pour l'avanc. des sciences au congrès de Grenoble (*Revue scient.*, 31 octobre 1885).

1885. — 127. La géologie au congrès scientifique de Blois) en 1884. — L'homme tertiaire de Thenay (*Bull. Soc. sc. hist. et nat. de l'Yonne*, 2e sér. t. IX).

1885. — 128. Sur les Echinides de Stramberg (*Bull. As. fr.*, congrès de Blois).

1885. — 129. Considérations sur les Echinides du terrain jurassique de France (*C. R. Ac. Sc.*, 1er juin 1885).

1886. — 130. Sur les Echinides éocènes de la famille des spatangidées (*C. R. Ac. Sc.*, 2 février 1886). — Id. (*B. S. G. F.*, 3e Sér., t. XIV, p. 242).

1886. — 131. La géologie au congrès scient. de Grenoble (*Bull. Soc. sc. hist. et nat. de l'Yonne*, 2e sér., t. X).

1886. — 132. La Paléontologie en 1885. Conférence ; avec fig. (*Bull. As. fr.*, congrès de Grenoble).

1886. — 133. Réunion des délégués des sociétés savantes à la Sorbonne en 1886. (*Bull. Soc. sc. hist. et nat. de l'Yonne*, 2e sér., t. XI).

1886. — 134. La géologie au congrès scientifique de Nancy (*Bull. Soc. sc. hist. et nat. de l'Yonne*, 2e sér., t. XI).

1886. — 135. Sur les Echinides jurassiques de la Lorraine (*C. R. Ac. Sc.*, 15 novembre 1886).

1887. — 136. Catalogue raisonné des Echinides jurassiques recueillis dans la Lorraine. 1 pl. (*Bull. As. fr.*, congrès de Nancy).

1887. — 137. Note sur la famille des Brissidées (*Bull. Soc. Zool. de France*, t. XII).

1887. — 138. Sur les genres éocènes de la famille des Brissidées (Echinides irréguliers) (*C. R. Ac. Sc.*, 31 mai 1887).

1887. — 139. La géologie au congrès scient. de Nancy. (*Bull. Soc. sc. hist. et nat. de l'Yonne*, 2e sér., t. XII). Compte rendu du congrès.

1887. — 140. Catalogue des Echinides recueillis par M. Roussel dans le terrain crétacé des Petites Pyrénées et des Corbières. 5 pl. (*B. S. G. F.*, 3e Sér., t. XV, p. 639).

1888. — 141. La géologie au congrès scient. de Toulouse en 1887 et compte rendu du congrès (*Bull. Soc. sc. hist. et nat. de l'Yonne*, 1er sem. 1888).

1888. — 142. Echinides éocènes d'Aragon (Espagne) (*Bull. As. fr.*, congrès de Toulouse).

1888. — 143. Echinides éocènes de la province d'Alicante (Espagne) (*C. R. Ac. Sc.*, 17 décembre 1888).

1889. — 144. Sur deux Echinodermes fossiles provenant de Thersakhan (Turkestan). (*C. R. Ac. Sc.*, 18 février 1889).

1889. — 145. Réunion de la Société helvétique à Soleure (Suisse). (*Bull. Soc. sc. hist. et nat. de l'Yonne*, 2e sem. 1888).

1889. — 146. Echinides crétacés de Madagascar (*Bull. Soc. zool. de France.*, t. XIV, p. 87, séance du 14 mai 1889).

1889. — 147. Description de trois Echinides vivants recueillis par le Dr J. Jullien, sur les côtes de Guinée (Libéria) (Ext. *Compt. rend. séanc. congrès intern. de zool.* à Paris, en 1889, p. 281, avec 4 pl.)

1889. — 148. Le Préhistorique en Europe, un vol. in-12 de 313 p. avec fig., Paris 1889 (Baillière, éditeur).

1890. — 149. Considérations générales sur les Echinides éocènes de la France (*Bull. As. fr.*, congrès de Paris).

1890. — 150. La géologie à l'Exposition universelle et dans les congrès internationaux de 1889 (*Bull. Soc. sc. hist. et nat. de l'Yonne*, 1er sem. 1890).

1890. — 151. Echinides recueillis dans la province d'Aragon (Espagne) par M. Maurice Gourdon (*B. S. G. F.*, 3e Sér., t. XVIII, p. 178).

1890. — 152. Note sur quelques Echinides du terrain crétacé du Mexique, 2 pl. (*B. S. G. F.*, 3e Sér., t. XVIII, p. 292). — Id. (*C. R. Ac. Sc.*, t. CX, 24 mars 1890).

1890. — 153. Les délégués des Sociétés savantes à la Sorbonne en 1890 (*Bull. Soc. sc. hist. et nat. de l'Yonne*, 2e sem. 1890).

1890-1891. — 154. Echinides éocènes de la province d'Alicante. (*Mém. Soc. géol. France*) 2 fasc. in-4°, avec 16 pl.

1885-1891. — 155. Echinides fossiles de l'Algérie ; en collaboration avec MM. Peron et Gauthier. — Etages éocène, miocène et pliocène, 1 vol. avec 16 pl. (G. Masson, éditeur).

1891. — 156. La géologie au congrès de Limoges en 1890. (*Bull. Soc. sc. hist. et nat. de l'Yonne*, 2e sem. 1890).

1891. — 157. Les Echinides éocènes de la Loire-Inférieure et de la Vendée. 4 pl. (*Bull. Soc. hist. nat. de l'Ouest de la France*, 1re année, Nantes, 1891).

1891. — 158. Notice sur l'*Hemipneustes oculatus* (Drapiez) de la craie de Ciply et les autres espèces du genre *Hemipneustes*. 1 pl. (*Mém. Soc. royale malacol. de Belgique*, t. XXV).

1891. — 159. Les délégués des sociétés savantes à la Sorbonne en 1891. (*Bull. Soc. sc. hist. et nat. de l'Yonne*, 1er sem. 1891).

1892. — 160. Sur un genre nouveau d'Echinide crétacé, *Dipneustes aturicus* Arnaud (*C. R. Ac. Sc.*, 11 avril 1892).

1892. — 161. Les délégués des Sociétés savantes à la Sorbonne en 1892. (*Bull. Soc. sc. hist. et. nat. de l'Yonne*, 1er sem. 1892).

1892. — 162. La géologie aux congrès de Fribourg et de Marseille en 1891. (*Bull. Soc. sc. hist. et nat. de l'Yonne*, 1er sem. 1892).

1892. — 163. Note sur le groupe des Clypeastroïdes (*Bull. As. fr.*, congrès de Marseille).

1893. — 164. La famille des Cidaridées à l'époque éocène (*Bull. As. fr.*, congrès de Paris).

1893. — 165. Les délégués des Sociétés savantes à la Sorbonne en 1893 (*Bull. Soc. sc. hist. et nat. de l'Yonne*, 1er sem. 1893.

1893. — 166. La géologie au congrès de Pau; Notes de voyage (*Bull. Soc. sc. hist. et nat. de l'Yonne*, 2e sem. 1892.

1894. — 167. Sur quelques espèces d'Echinides du Liban, 2 pl. (*Bull. As. fr.*, congrès de Besançon).

1894. — 168. Le Congrès de l'Association française à Besançon; réunion de la Société helvétique des sciences naturelles à Lausanne (*Bull. Soc. sc. hist. et nat. de l'Yonne*, 2e sem. 1893).

ÉTUDES

SUR LES

SUBDIVISIONS DU MIOCÈNE DE L'ALGÉRIE

par **Jules WELSCH** (1).

J'étudierai d'abord les environs de Hammam Rira, dans le département d'Alger, pour aller ensuite vers l'ouest, dans le département d'Oran, soit par les régions plus ou moins septentrionales de l'Atlas méditerranéen, soit par la région des Hauts Plateaux au sud du massif de l'Ouarsenis. C'est, du reste, la marche suivie autrefois par M. Pomel dans ses publications sur l'Algérie (2).

I. — Région de Hammam Rira et du Gontas, *département d'Alger.*

Les étages miocènes reposent dans cette région sur le crétacé et constituent, avec leur substratum, cette zone montagneuse qui sépare la plaine de la Mitidja de celle du Chélif et qui s'étend du massif des gorges de la Chiffa au massif de Miliana. Il y a là un grand anticlinal crétacé et miocène où les couches tertiaires plongent au nord vers la Mitidja et au sud vers la plaine du Chélif, au Djendel ; l'axe, dirigé à peu près de l'est à l'ouest, est occupé par le crétacé.

Je ne m'occuperai ici que des assises qui forment le versant sud depuis les environs de Hammam Rira jusqu'au delà de la crête du Gontas (3). Elles se présentent en succession normale, sur une

(1) Note présentée à la séance du 22 avril 1895 ; manuscrit remis le 2 avril 1895. Epreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat, le 6 mai 1895.

(2) Ce travail est un résumé de plusieurs années de courses géologiques faites en Algérie ; j'en ai publié les principaux résultats dans les *C. R. Ac. Sc.* du 17 octobre 1892 (Note sur les étages miocènes de l'Algérie Occidentale), et dans le *C. R. des Séances de la Société Géologique* du 18 décembre 1893 (Sur les calcaires de l'Oued Riou-Inkermann, Algérie).

(3) Voir les cartes au $\frac{1}{50.000}$ de Marengo et de Vesoul Benian.

épaisseur de 1000 mètres peut-être, comme l'a dit M. Pomel, et on y voit de bas en haut :

1° Langhien ou Burdigalien. — Conglomérats et calcaires concrétionnés à *Lithothamnium*, surmontés de marnes grises ou bariolées de rouge, sur une épaisseur de plusieurs centaines de mètres, depuis le Djebel Tiberranine jusqu'auprès du Pont de l'Oued Djer. Les poudingues sont quelquefois relevés presque verticalement en discordance complète sur le Crétacé.

Je n'ai pas trouvé des fossiles très probants dans ces couches ; je citerai cependant *Pecten* cf. *restitutensis* Font.

2° Helvétien. — On peut y distinguer deux zones :

a. Grès et calcaires du Pont de l'Oued Djer, dit Chez-Granger. — Ce sont des grès calcaires jaunes plus ou moins durs à lits pétris de Pectens, Héterostégines, avec des Algues calcaires et quelquefois de nombreux Clypéastres. C'est une formation souvent subcorallienne, d'épaisseur très variable, quelquefois réduite à quelques mètres, comme à l'Oued Moula, à l'est de Bou Medfa, où j'ai trouvé un riche gisement de Clypéastres qui a été exploré ensuite par M. Pomel et M. Le Mesle.

Voici les espèces trouvées en ce point :

Brissonomorpha Welschii Pomel.
Pliolampas Welschii »
» *Medfensis* Gauth.
Echinolampas soumatensis Pomel.
Clypeaster pileus »
» *rhabdopetalus* »
» *egregius* Gauthier = *insignis* Pomel.
» *Welschii* »
» *alticostatus* »
Clypeaster acuminatus Desor.
» *Simoni* Pomel.
» *Pierredoni* »
» *soumatensis* »
» *latior* Gauthier = *latus* Pomel, non Herklots.
Arbacina Welschii Pomel.
Pecten cf. *Fuchsi* Font.
Lithothamnium sp.

Ces Oursins constitueront le deuxième grand niveau à Clypéastres d'Algérie, le premier étant langhien.

A l'est de Bou Medfa, les grès calcaires alternent avec les marnes qui finissent par dominer et former l'assise suivante :

b. Marnes des Bou Allouane. — Elles sont plus ou moins argileuses, grises ou bleues, épaisses de plusieurs centaines de mètres ; à la partie supérieure, sur le flanc nord du Gontas, on voit des intercalations de sables et grès sableux qui contiennent *Ostrea crassissima* Lamarck, de la forme typique.

3° Tortonien. — Au-dessus, en concordance, on a les grès et les poudingues très épais de la crête du Gontas, qui plongent vers le village du Djendel et le Chélif.

J'assimile ces couches à l'étage tortonien, bien que je n'aie pas de preuves paléontologiques, seulement des raisons stratigraphiques. Les géologues futurs seuls pourront dire si la partie supérieure ne représente pas aussi l'équivalent du *Sarmatien*.

Cette coupe est prise dans la partie centrale du bassin et montre par sa nature lithologique les variations de fond de ce bassin, d'où il est résulté des transgressions locales sur les bords. C'est ainsi que les marnes helvétiennes peuvent reposer directement sur le Crétacé.

En suivant les bords de ce bassin miocène, à l'ouest de Hammam Rira, vers Adélia et Miliana, on voit l'étage inférieur (Langhien) passer littéralement à des poudingues et à des grès d'un brun verdâtre spécial, constituant un *faciès* gréseux remarquable, appelé *étage cartennien* par M. Pomel, avec les marnes qui les surmontent souvent. J'y ai trouvé *Ostrea crassissima*, variété un peu large, sur le sentier de l'ancien télégraphe d'Adélia; elle est identique à certaines variétés que l'on trouve dans l'étage helvétien.

Bibliographie. — J'ai pris cette coupe pour point de départ, malgré sa pauvreté en fossiles, à cause de son importance historique. M. Pomel, dans ses diverses publications sur l'Algérie, a toujours rangé toute cette série de couches miocènes dans son étage *helvétien*, et il en faisait son type, tout en admettant du reste que ce n'était peut-être pas l'Helvétien de M. Mayer et en proposant presque le nom de *Gontasien*. Dans la *Description stratigraphique générale de l'Algérie* (1889), p. 149 et suivantes, il distingue toujours les 4 zones : m^{3a}, m^{3b}, m^{3c}, m^{3d}, que j'ai suivies.

Comme on le voit, je ne suis pas d'accord avec ce savant géologue sur la répartition de ces zones. La zone inférieure m^{3a}, que j'appelle *étage langhien*, est équivalente à ce que M. Pomel appelle *étage cartennien* dans d'autres points de l'Algérie, notamment à Adélia (1).

Les zones m^{3b} et m^{3c} sont les seules que je regarde comme helvétiennes. Quant à la zone m^{3d} : *grès et poudingues du Gontas*, je pense qu'elle représente l'ancien Miocène supérieur marin des géologues européens, en particulier le Tortonien.

En 1894, M. Repelin a publié un travail sur cette région (2); je crois bien qu'il considère comme *Cartennien* ce que j'appelle *Langhien* depuis ma note des C.-R. Ac. Sc. du 17 octobre 1892.

(1) Descr. stratig. générale, p. 144.

(2) Sur la constitution géologique du massif des Soumata et d'Hammam Rira, Algérie. — *B. S. G. F.* de Janvier-Avril 1894.

II. — Région de Carnot, *département d'Alger.*

Si l'on suit maintenant les couches miocènes, vers l'ouest, au nord du massif de l'Ouarsenis, par la vallée du Chélif, on trouve le *Tortonien* fossilifère au nord de Carnot et dans les Beni-Rached.

Le village de Carnot est à 70 kilom. en ligne droite à l'ouest de Hamman Rira ; il se trouve à la limite de la plaine du Chélif et du massif montagneux qu'on appelle *Dahra* (nord), parce qu'il s'étend au nord de la plaine du Chélif, depuis le massif de Miliana jusqu'au nord de Mostaganem.

Les couches miocènes forment, au nord de Carnot, un anticlinal dont l'axe est dirigé à l'est un peu nord, et passe à quelques kilomètres du village, dessous Kef es Sba (1). Sur le flanc nord, les couches sont peu inclinées avant de se relever contre le massif crétacé des Tacheta.

Voici la succession que l'on peut relever sur la retombée sud de l'anticlinal, dans la vallée de l'Oued Kef es Sba et de l'Oued Boukali, le long de la nouvelle route de l'Oued Damous ; je n'ai pas vu de discordance angulaire de stratification dans cette série, les couches plongent vers la plaine du Chélif :

Helvétien. — Marnes grises épaisses de plus de 200 mètres, devenant jaunâtres à la surface et quelquefois grumeleuses. Vers la partie inférieure, au 7e kilomètre de Carnot environ, j'ai trouvé quelques *Lithothamnium*. A la partie supérieure, il y a des intercalations de grès marno-sableux qui indiquent la stratification ; ces grès finissent même par dominer. Je n'ai trouvé là qu'une grosse *Pinna*, mais l'aspect est bien celui de l'Helvétien en Algérie.

En face la conduite d'eau d'Aïn Sakenoune, à la gorge de la rivière de Kef es Sba, la rive gauche montre les couches relevées très fortement ayant subi des mouvements de torsion et même presque renversées au nord.

Tortonien. — Au-dessus, sans traces de discontinuité dans le dépôt des couches, viennent des marnes gris bleu épaisses, avec des bancs sableux un peu verdâtres pétris de fossiles, surtout dans le ravin (ou chabet) Dief Dief et plus au sud, en face le marabout de Sidi Meursoug. Les fossiles sont répandus dans tout cet ensemble :

Ringicula sp.
Conus antediluvianus Brug.
Conus Mercatii Brocc.
Natica cf. *Hörnesi* F. et T.
Dentalium elephantinum Br.
» *fossile* Linné.

(1) Voir la carte topographique de la l'Algérie au $\frac{1}{50.000}$, f. de Carnot.

Dentalium cf. *extensus* Hörnes.
Ancillaria glandiformis Lk.
Pleurotoma cataphracta Br. (rare).
» *turricula* Br.
» *ramosa* Bast.
Cassis.
Cerithium dertonense Mayer.
Turritella Archimedis Hörnes, n. Br.
» *pusio* F. et T.
» *(Zaria) Valriacensis* Font.
Turritella (Zaria) sp.
Proto rotifera Lk.
Arca diluvii Lk. (rare).
Nucula sp.
Cardita rhomboidea Brocc.
» *Jouanneti* var. *lœviplana* Dep.
Venus sp.
Corbula gibba Olivi.
Ceratrochus sp.

Les espèces caractéristiques qui différencient complètement cette faune d'avec celle des marnes bleues plaisanciennes des environs d'Alger, sont : *Cardita lœviplana, Ancillaria glandiformis, Proto rotifera* et les nombreuses formes de Turritelles du type *Zaria*. Je suis certain de l'assimilation de mes *T. Valriacensis* au type de Fontannes, malgré les mauvaises figures données par l'auteur, car j'ai pu voir ces formes dans la collection même de Fontannes, à l'École des Mines de Paris (Géologie) en 1890. Je possède des formes de Gainfahren dites *Turr. vindobonensis* Partsch in Hörnes, qui sont identiques, ainsi que certaines formes citées sous les noms de *Turr. gradata*, *T. Hörnesi*, etc.

Vers le haut, ces marnes bleues se chargent de sable d'abord gris, puis jaune, et il y a passage insensible aux couches suivantes :

Sarmatien. — *Grès calcaires* assez durs, bien stratifiés, formant crête au-dessus des marnes précédentes, sur les deux rives de la vallée et remontant jusqu'au-dessus d'Ain Sakenoune.

Ces grès sableux passent à des *sables rougeâtres,* puis à des poudingues à petits éléments avec zones argileuses et enfin à des *poudingues* à très gros éléments, visibles surtout dans le ravin d'Ain Mehabite, au nord-ouest de Carnot. L'inclinaison est encore de 45° environ. La région montagneuse finit là.

Je n'ai pas trouvé de fossiles dans ces couches, mais M. Brive (1) a signalé à la base des grès, des moules en mauvais état de *Helix fossulata* Pomel et *H.* cf. *subsemperiana* Thomas, qu'il rapporte au Pliocène inférieur.

Alluvions anciennes. — Au-dessus, en discordance complète, on trouve des couches de cailloux roulés et de gravier dans des argiles jaunâtres, en bandes irrégulières peu inclinées, c'est-à-dire en stratification torrentielle. C'est un ancien cône de déjection de l'Oued Boukali. On rapporte habituellement ces couches en Algérie

(1) Terrains miocènes de la région de Carnot, Algérie (*B. S. G. F.* de Février-Avril 1894.)

aux alluvions anciennes ou *Quaternaire ancien.* Elles occupent le commencement de la plaine du Chélif et sont recouvertes ensuite par du limon récent.

Bibliographie. — M. Pomel s'est occupé de ces couches dans son massif de Miliana (1873), et dans ses travaux ultérieurs. Je crois bien qu'il appelle *Sahélien* les marnes fossilifères du Tortonien en y joignant les grès et poudingues supérieurs. Cependant, il pourrait se faire que ces grès jaunes et poudingues soient placés par lui dans le Pliocène.

En 1892, j'ai indiqué la faune *tortonienne* de Carnot.

Depuis, M. Brive a publié une note sur cette région (1); il admet des discordances entre les diverses séries de couches que j'étudie ici : Je ne les ai point vues dans la vallée de l'Oued es Sba et de l'Oued Boukalli. J'attribue ces discordances aux dislocations subies par ces couches postérieurement à leur dépôt, par suite de refoulements considérables qui ont eu lieu vers la fin du Miocène. De plus, ces marnes sont assez coulantes, elles s'affaissent et entraînent dans leur mouvement les couches supérieures. Enfin, par suite des changements de fond de la mer miocène, il s'est aussi produit des transgressions sur le bord du bassin miocène. M. Brive considère comme *helvétiennes* les couches que je place dans cet étage ; il appelle *sahéliennes* celles que j'appelle *tortoniennes*, parce que je trouve que leur faune est celle de Cabrières d'Aygues, de Tortone et de Baden. Il place les grès sableux et poudingues supérieurs dans le Pliocène à cause de la présence des *Helix* cités. Je n'accepte pas cette classification; rien ne prouve que ces fossiles, trouvés à l'état de moules du reste, n'appartiennent pas au Miocène supérieur. Ces couches sont à l'intérieur du massif de l'Atlas, tandis que le Plaisancien marin est rejeté sur la côte actuelle.

Dans ma note des C. R. Ac. Sc., j'avais bien décrit ces couches supérieures aux fossiles tortoniens, comme formées de *grès* et *sables jaunes* et *poudingues* épais terminant le Miocène supérieur. Mais dans le *C. R. des Séances de la Société géologique* du 18 décembre 1893, j'ai qualifié un peu légèrement ces couches de *calcaires*, au lieu de dire *grès calcaires;* de plus, je plaçais ces couches dans un étage *miocène supérieur* ou *Tortonien.* Aujourd'hui, je vois qu'on ne peut plus employer le terme tortonien pour indiquer tout le Miocène supérieur, aussi je spécifie un peu plus. J'admets que les grès, sables et poudingues, qui sont au-dessus de la faune tortonienne,

(1) Terrains miocènes de la région de Carnot.

représentent le *Sarmatien* ou *Messinien inférieur* des auteurs. Je n'en ai pas de preuves paléontologiques, mais je suppose que le soulèvement principal de l'Atlas, qui a eu lieu après le dépôt des couches que j'appelle étages tortonien et sarmatien, a amené plus à l'ouest la formation des dépôts de gypse des Cinq Palmiers, de Tadjéna, etc. dans les lagunes qui se sont formées à ce moment et par suite de ces mouvements généraux (1). Les grès, sables et poudingues de Carnot ont un faciès si différent de celui des couches des Cinq Palmiers que je ne les place pas au même niveau ; je les considère comme équivalents aux couches inférieures aux gypses, c'est-à-dire aux couches de tripoli du Sig et d'Oran, mais peut-être les poudingues sont-ils de l'âge des gypses.

Beni Rached. — Les couches fossilifères de Carnot se continuent par celles des Beni Rached, au nord-est d'Orléansville, où M. Gouin, commissaire-enquêteur en Algérie, a trouvé une belle faune analogue à celle de Carnot et dont parle M. Pomel, dans sa *Description stratigr. générale de l'Algérie*, p. 166, et qu'il place dans l'étage sahélien.

Plus à l'ouest encore, près Orléansville, toujours au nord de la plaine du Chélif, on trouve Warnier et les Cinq-Palmiers dont les couches représentent un niveau supérieur.

III. — Miocène de l'Oued Riou-Inkermann, *département d'Oran.*

Je prendrai une troisième coupe des étages miocènes, au commencement de l'Oranie, toujours au nord du massif de l'Ouarsenis, mais au sud de la plaine du Chélif, à 150 kil. à l'ouest de ma première coupe. La partie supérieure présente là une physionomie spéciale, les marnes sableuses tortoniennes étant remplacées par un calcaire *récifal*, analogue au Calcaire de la Leitha.

On peut étudier une bonne coupe le long de la route qui va d'Inkermann à Ammi-Moussa, en suivant la rivière du Riou ; les couches tertiaires plongent au nord vers la plaine du Chélif :

Depuis Ammi-Moussa vers El Aleuf, on trouve les marnes dures schisteuses du Crétacé ; puis le Miocène commence, je n'ai pas observé le contact.

1° Langhien ou Burdigalien. — Au-dessus et à l'ouest d'El Aleuf, on voit des marnes argileuses bariolées jaunâtres, verdâtres, violettes, souvent gypsifères, passant à des grès sableux jaunes et à

(1) *C. R. Séances Société Géologique* du 18 mars 1895.

des poudingues à petits éléments. Je les range provisoirement à la base du Miocène.

2° Helvétien. — Au-dessus viennent des marnes argileuses grises et gris bleuâtre, avec quelques zones gréseuses indiquant la stratification et aussi des cristaux de gypse ; elles renferment *Ostrea crassissima.*

3° *Tortonien récifal.* — Au-dessus des marnes et en concordance de stratification, on a, dans les gorges de l'Oued-Riou, des calcaires jaunes gréseux, dont certains bancs sont pétris de *Lithothamnium* ou Mélobésies formant des taches ou des traînées blanches sur la roche ; d'autres bancs paraissent entièrement formés de débris agglomérés de coquilles diverses, avec Pectens et quelques Algues calcaires seulement ; certains bancs grumeleux plus tendres, montrent en relief des Bryozoaires, Polypiers, Hétérostégines, avec des Oursins, de grosses Huîtres, etc.

Les calcaires à Mélobésies et Oursins plongent régulièrement au N.-N.O., et leur épaisseur dépasse 100 m. Au point de vue de l'aspect général de la contrée, j'ajouterai que ces calcaires forment un relief remarquable, devenant quelquefois une véritable falaise, au-dessus des *marnes helvétiennes* qui sont au midi ; la surface des marnes est assez doucement ondulée par l'action des influences atmosphériques et contraste avec la région calcaire (1). Ce relief est bien représenté sur la *Carte topographique des environs d'Orléansville* au $\frac{1}{200000}$, depuis la Djidiouïa ou Saint-Aimé jusqu'à l'Oued Isly, à Malakoff. On peut aussi voir la région qui se trouve à l'ouest d'Inkermann, sur la feuille de ce nom au $\frac{1}{50000}$.

Ces calcaires se prolongent jusqu'auprès d'Orléansville ; on les exploite comme pierres de construction à 3^{km} 500 au sud de Malakoff, non loin de l'Oued Isly, où ils renferment en abondance *Heterostegina depressa* d'Orb. dont je dois la détermination à M. Schlumberger et qui est probablement l'espèce citée par Ville sous le nom de *Operculina complanata.*

Bibliographie. — Le tertiaire de l'Oued Riou était classé par Ville comme celui de Hammam Rira au Gontas dans le *Tertiaire moyen.*

M. Pomel a toujours considéré les calcaires de l'Oued Riou comme représentant une partie de son étage helvétien, calcaires à Melobésies, m^{3b}, et comme étant l'équivalent des grès et calcaires du Pont de l'Oued Djer, près Hammam Rira (2). Je n'ai pas accepté

(1) Cf. Ville. Notice minéralogique sur les provinces d'Alger et d'Oran, p. 218 et suivantes, 1858.

(2) 1889. Description stratigr. générale de l'Algérie, p. 151-152.

cette classification dans ma note à la Société du 18 décembre 1893; en effet, ces calcaires reposent sur des marnes qui sont les mêmes que celles des Bou Allouane, près Hammam Rira ; ces marnes représentent l'Helvétien des géologues européens. Les calcaires à Lithothamnium et Oursins qui sont au-dessus à l'Oued Riou, représentent les marnes sableuses à *Ancillaria glandiformis*, *Cardita Jouanneti* et *Turritella Valriacensis* de Carnot, Beni Rached et Mascara, ce sont des couches tortoniennes analogues au *Leithakalk* d'Autriche et aux calcaires subcoralliens d'Italie et de Malte.

Je ne puis dire avec certitude si ces calcaires sont uniquement tortoniens ou si leur partie supérieure ne représente pas le Sarmatien.

Oursins fossiles. — J'ajouterai que tous les Oursins de l'Oued Riou, décrits ou cités par M. Pomel (1), doivent être considérés non plus comme *helvétiens* mais comme *tortoniens.* Ils constitueront le véritable *troisième niveau* à *Clypéastres* d'Algérie :

Spatangus tesselatus Pomel.	*Clypeaster Cinalaphi* Pomel
Brissopsis Boutyi »	» *Beringeri* »
Schizaster Phrynus »	» *decemcostatus* »
Echinolampas Pomeli Gauthier = *insignis* Pomel.	» *ægyptiacus* Wright, var. *punctalatus* Pomel.
Clypeaster parvituberculatus Pomel.	*Anapesus tuberculatus* »
» *subacutus* »	*Olygophyma cellense* »

Il en est probablement de même pour les Oursins décrits de la Djidiouïa, de Lalla Ouda et des environs d'Orléansville, mais je ne suis aussi pas sûr que leurs gisements soient très bien connus, et je préfère m'abstenir de les citer. J'émettrai aussi un point de doute sur le gisement prétendu helvétien des autres Oursins provenant de *Calcaires à Mélobésies*, qui sont en définitive de divers âges (2).

Bien entendu, les Oursins cités dans les *Echinides fossiles de l'Algérie*, de MM. Cotteau, Peron et Gauthier, de ces mêmes localités, suivront le même sort.

M. Repelin a publié récemment une note *sur les Calcaires à Lithothamnium de la vallée du Chélif* (3), où il n'a fait que confirmer le point le plus important de mes notes antérieures, à savoir que les calcaires de l'Oued Riou sont au même niveau que les marnes

(1) Paléontologie ou Description des animaux fossiles de l'Algérie. Echinodermes.

(2) Welsch. Sur les différents étages pliocènes des environs d'Alger. *B. S. G. F.* du 5 nov. 1888.

(3) *C. R. Ac. Sc.* du 10 décembre 1894.

sableuses à *Ancillaria glandiformis* de Carnot, les Beni Rached et Mascara.

IV. — Le Miocène à l'intérieur de l'Atlas. Tiaret.

Si, depuis Hammam Rira, on suit les couches miocènes pour aller dans le département d'Oran, mais par le sud du massif de l'Ouarsenis, on laisse Boghar à l'est, et on reconnaît leur existence, après M. Pomel, dans les environs de Teniet el Had, puis dans le Sersou et dans les environs de Tiaret, tout à fait à l'intérieur du massif Atlantique.

J'ai étudié particulièrement cette région (1) et j'en rappellerai seulement la coupe :

1° *Calcaires à Lithothamnium* (Mélobésies, Algues calcaires) alternant avec des conglomérats, avec *Pecten* cf. *Fuchsi* Font.

Echinolampas soumatensis Pomel.

Clypeaster crassicostatus Ag., cité par M. Pomel.

c'est probablement l'analogue des *Calcaires du Pont de l'Oued Djer*. Cette assise repose en discordance complète sur le Jurassique ou le Crétacé ; elle est très peu épaisse ;

2° *Marnes argileuses grises* avec *Ostrea crassissima* rare, représentant certainement l'*Helvétien* ;

3° *Grès jaunes* surmontés de *poudingues*. Cet étage me paraît représenter les couches du Gontas et aussi les assises de Mascara que je rapporte au Tortonien avec peut-être le Sarmatien.

L'assise supérieure des poudingues est absolument transgressive et repose quelquefois sur les couches antérieures au Miocène, ce qui montre les mouvements considérables subis après le dépôt des grès jaunes.

Selon l'âge de la zone inférieure, *Calcaires à Lithothamnium*, la grande transgression miocène en Algérie sera *langhienne* ou *helvétienne*.

V. — Environs de Mascara, *département d'Oran*.

Plus à l'ouest, on arrive à Mascara, dont les environs montrent de beaux gisements fossilifères du Tortonien découverts et signalés par M. Bleicher, mais dont la signification est restée longtemps

(1) Le Miocène dans les environs de Tiaret, département d'Oran (Algérie). *B. S. G. F.*, 3e Sér., t. XIX, 16 mars 1891.

dans l'ombre. Cette région est à 100 kilom. à l'ouest de Tiaret et à 230 kilom. de Hammam Rira, en ligne droite.

Le Miocène forme le substratum du plateau de Mascara au nord de la plaine d'Eghris (1). Les couches en sont le plus souvent presque horizontales, formant un plateau à bords relevés vers le N.-E., N. et N.-O.; au S.-E., les couches plongent fortement vers la plaine d'Eghris.

1° Dans les ravins de l'Oued Sidi Amar, à droite de la route de Mascara à Oran, vers la maison cantonnière du K. 90 et à 8 kil. de Mascara, on voit le Crétacé supportant, à l'altitude 475, des poudingues, des sables et grès jaunâtres grossiers et des marnes grises et jaunes pouvant se rapporter au Langhien ou à l'Helvétien inférieur.

Helvétien. — Au-dessus, en concordance, viennent des marnes gris bleuâtre que l'on peut étudier sur toutes les pentes du massif des Beni Chougran au nord-est et au nord-ouest de Mascara ; on y trouve les bancs de *Ostrea crassissima* Lk.

Tortonien. — En concordance, les marnes helvétiennes supportent des marnes très sableuses grises et des sables fins gris jaunâtre ou jaunes avec de nombreux fossiles analogues à ceux des Beni Rached et de Carnot. Parmi les localités les plus fossilifères, je citerai les environs des Moulins de l'Oued Sidi Daho, à la tête de l'Oued Fergoug, qui va au barrage de Perrégaux — le col de Sidi Msahl — celui d'Ain Zilouf.

Ringicula sp.
Terebra modesta Defr.
Conus.
Ancillaria glandiformis Lk.
Olivancillaria.
Pleurotoma turricula Br.
» *Jouanneti* Desm.
» *ramosa* Bast.
Mitra.
Fusus rostratus Olivi (rare).
Phos polygonus Br. (rare).
Nassa semistriata Br. var.
Columbella.
Ranella marginata Martini (r.).
Ficula sp.
Chenopus pes pelicani Linné.
Cerithium dertonense Mayer.
Turitella Archimedis Hörnes, non Br.
» *Valriacensis* Font.
» sp.
» *communis* Br
Natica cf. *Hörnesi* F. et T.
Dentalium elephantinum.
Gadus.
Ostrea sp.
Pecten cf. *flabelliformis*.
Arca diluvii Lk.
Pectunculus.
Leda.
Cardita intermedia Br.
» *rhomboidea* Br.
Lucina dentata Bast.

(1) Carte au $\frac{1}{50.000}$, feuilles de Mascara et de Perrégaux.

Lucina sp.
Cardium aculeatum Linné.
Venus.
» *plicata* Gmelin.
Cytherea multilamella Lk.
» cf. *mediterranea* Tiberi.
Tellina sp.
Corbula gibba Olivi.
Ditrupa subulata Desh.
Lunulites.
Ceratotrochus sp.

Dessous les couches fossilifères d'Aïn Zilouf et de Sidi Msahl, il y a des couches de tripoli, intercalées dans le Tortonien ; les caractères de ce terrain sont différents de ceux des formations analogues du Sig et d'Oran, car il ne renferme pas de silex finement stratifié, ni de ménilites.

Sarmatien. — Il y a passage insensible des marnes sableuses tortoniennes aux *grès sableux jaunes*, *calcaires gréseux* pétris de petits Bivalves et petits Gastéropodes et *poudingues* à pâte de grès qui constituent toutes les arêtes ou falaises qui limitent le plateau de Mascara, — à la cascade de Sidi Daho, — au Djebel Chareb er riha, alt. 910, dont le nom arabe signifie Montagne de la lèvre du vent, car cette arête terminale du plateau regarde le nord — au Dj. Kallel, alt. 821 — au Dj. el Klaïlia, alt. 736 — au Madouni, alt. 742, etc.

C'est surtout dans ces deux derniers points que les poudingues prédominent. Les grès et poudingues ont quelquefois 200 mètres d'épaisseur.

L'épaisseur totale du Miocène de Mascara dépasse 500 mètres.

Au-dessus de ces couches, en certains points, viennent les *calcaires blancs lacustres* de Mascara, qui appartiennent au Pontien ou au Pliocène : ils sont développés surtout au sud et au sud-est du plateau, vers la plaine d'Eghris.

Bibliographie. — Parmi d'autres indications très anciennes, je citerai : Ayraud et Leblanc, *Notice sur les recherches des eaux jaillissantes dans la province d'Oran* (1), où il y a une coupe qui montre l'inclinaison brusque des couches au sud-est de Mascara.

M. Bleicher a donné, à plusieurs reprises, des indications sur la géologie de Mascara (2) ; il a publié une liste de 60 fossiles, déterminés par M. Mayer, de Zurich, un des géologues qui connaissent le mieux les faunes tertiaires et il a indiqué le premier l'âge *tortonien* de ces assises fossilifères.

(1) *B. S. G. F.*, 2e Sér., t. I, p. 222 et suivantes.

(2) Recherches sur l'origine des éléments lithologiques des terrains tertiaires et quaternaires des environs d'Oran. *Revue des Sc. Naturelles* de Montpellier de Juin 1874 et *C. R. Ac. Sc.*, t. LXXIII, p. 700.

En 1876, M. Mayer a publié deux fossiles de Mascara : *Nucula Zahiræ* et *Pecten Labnæ* (J. de Conc., p. 168), comme tortoniens.

M. Pomel a toujours considéré l'ensemble des couches de Mascara comme dépendant de son étage helvétien, avant et après les travaux de M. Bleicher; il s'est élevé en 1889 (1) contre l'attribution de ces couches au Tortonien, en disant que « la continuité stratigraphique indique certainement l'âge helvétien ».

Je visitai une partie de cette région, en août 1888, de la plaine d'Eghris par la Maoussa, à Sidi-Daho, attiré que j'étais par les publications de M. Bleicher et par d'autres indices que je possédais sur l'âge du Tertiaire de l'intérieur de l'Algérie; ce n'est qu'après avoir étudié les fossiles que j'avais entre les mains pendant mon séjour à Paris en 1889-1890 (2) que je me décidai à revisiter ce pays et à publier mon opinion sur l'âge tortonien des fossiles de Mascara, dans les C. R. Ac. Sc. de 1892.

Oursins fossiles de Mascara. — Il faudra probablement aussi remonter d'un étage au moins dans la série stratigraphique, les Oursins des environs de Mascara décrits comme *helvétiens*, par M. Pomel et M. Gauthier. Si je connaissais mieux leur gisement exact, je pourrais être plus affirmatif. Je citerai :

Clypeaster subellipticus Pomel, de Sidi Daho.
» *cultratus* »
» *pachypleurus* »
» *parvituberculatus* Pomel, qui existe aussi à l'Oued Riou
» *myriophyma* Pomel, de Sidi Daho.
Echinolampas Pomeli Gauthier = *E. insignis* Pomel, non Duncan et Sladen, qui se trouve aussi à l'Oued Riou.

Aïn Farès. — Les couches de Sidi Daho se prolongent vers Aïn Farés où elles sont très riches en fossiles tortoniens, dont j'ai eu une belle série entre les mains, grâce à M. Pallary, d'Oran. Ce dernier m'a aussi indiqué un gisement d'*Ostrea crassissima* au Dj. Mahass, au sud-ouest de Mascara.

Hauts Plateaux d'Alger. — Je rappelle ici que M. Bourguignat (3) a cité, à l'est de Tiaret, trois Ptéropodes nouveaux avec *Leda*

(1) Description stratig. générale, p. 159.

(2) Je profite de l'occasion pour remercier bien cordialement notre confrère M. Douvillé, qui m'a toujours ouvert si généreusement les collections de paléontologie de l'Ecole des Mines de Paris.

(3) 1868. Et. Géol. et paléont. des Hauts Plateaux de l'Atlas, entre Boghari et Tiaret.

subnicobarica d'Orb., *Pecten cristatus* Bronn et *Neœra Maresi*, n. sp. Il rapportait cette forme au Pliocène ; ce pourrait bien être l'analogue du Tortonien de Mascara.

Notre confrère, M. Philippe Thomas (1), a trouvé à Boghar, au-dessus des marnes à *Ostrea crassissima*, une faune presque identique à celle de Mascara de M. Bleicher. C'est une découverte considérable pour établir l'époque du principal soulèvement du massif atlantique.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

Le Miocène, que j'étudie dans ce travail, ne représente qu'une seule période continue, pour chaque bassin considéré, ou restes d'un grand bassin qui sont encore, à peu près, en communication les uns avec les autres. Je ne puis comparer ces régions qu'au Bassin du Piémont — et je rappelle, à ce sujet, que l'Helvétien y est en concordance avec le Langhien et le Tortonien avec passage graduel et presque insensible. (Fed. Sacco, 1889). Les discordances sont l'exception dans les régions que j'ai visitées ; il y a seulement des transgressions sur les bords de l'ancien bassin. Du reste, lorsque les discordances ne sont pas appuyées sur des listes de fossiles bien déterminés, elles n'ont pas grande valeur.

Pour chaque région considérée, les subdivisions que j'établis ne font que correspondre à des zones bathymétriques différentes d'une seule et même mer. Le passage des marnes aux grès indique pour moi un changement dans la profondeur. Presque partout, l'émersion est caractérisée par des poudingues.

J'admets très bien que le faciès argileux des marnes peut monter plus ou moins haut dans la série selon les localités, que le faciès des grès et calcaires peut commencer plus ou moins vite. Presque partout, en laissant de côté l'étage inférieur mal connu, j'admets deux faciès en général superposés. Mais je ne vais pas si loin que M. Carlo de Stefani dans son travail intitulé : *Les terrains tertiaires supérieurs du Bassin de la Méditerranée.*

Sur les noms des étages. — J'ai suivi la classification à peu près adoptée par les géologues, établie principalement en Italie ; elle n'est pas parfaite. Malgré cela je n'ai pas suivi la classification établie en Algérie par M. Pomel.

J'admire beaucoup les travaux d'histoire naturelle générale du

(1) Etage miocène et valeur stratigraphique de l'*Ostrea crassissima* au sud de l'Algérie et de la Tunisie. *B. S. G. F.*, tome XX, p. 13, 1892.

savant géologue d'Alger, surtout son *Sahara,* publié en 1872 ; j'admire aussi la manière dont il a su travailler autrefois en Algérie malgré la privation des éléments de travail qui nous paraissent si nécessaires aujourd'hui. Mais il a fondé ses étages sur la doctrine des systèmes de soulèvement et du réseau pentagonal, que je ne puis admettre en Algérie (1). Ce n'est pas un critérium certain, comme l'a déjà dit M. Peron (2), et ce travail montre qu'il y a eu une véritable confusion dans les couches rapportées aux trois étages *Cartennien, Helvétien, Sahélien*, entre lesquels M. Pomel a partagé son Miocène d'Algérie.

Le *Cartennien* est équivalent de l'*Helvétien* (Pomel), partie inférieure m^{3a}, comme je le montre dans la première coupe, celle de Hammam Rira ; cela suffit à mes yeux pour qu'on ne puisse plus discuter les questions de priorité.

L'*Helvétien* (Pomel) ou *Gontasien* répond souvent à presque tout le Miocène des géologues européens (Langhien, Helvétien, Tortonien et peut-être le Sarmatien).

Le *Sahélien* comprend la faune de Carnot, qui est identique à celle de Mascara que M. Pomel place dans son Helvétien supérieur, tout en comprenant des couches pliocènes, comme les marnes à fossiles plaisanciens des environs d'Alger. Je ne puis admettre un étage qui comprendrait toutes les couches du Tortonien au Plaisancien, avec ces deux étages. Cet étage *sahélien* n'a jamais été homogène, puisqu'il ne comprend pas les *Calcaires de l'Oued Riou* que M. Pomel a toujours placés dans son Helvétien m^{3b}, ni les couches de Mascara.

Lors même que les progrès de l'étude des faunes néogènes amèneraient à descendre la faune de Cabrières d'Aygues et de Tortone d'un étage dans la série stratigraphique, toutes les considérations précédentes subsisteraient.

Carte géologique de l'Algérie. — J'ajouterai que la répartition des terrains néogènes sur la *Carte géologique provisoire*, 2e édition, 1889-1892, doit être refaite en se basant sur les indications précédentes, pour toutes les localités dont je me suis occupé. Il suffit de prendre cette carte et son texte explicatif, et de suivre avec le présent mémoire pour en voir la nécessité.

Kabylie. — M. Ficheur a publié, en 1890, une *Description géolo-*

(1) Pomel. 1873. Le Massif de Milana. — Pomel. 1892. Sur la classification des terrains miocènes de l'Algérie et réponse aux critiques de M. Peron. (*B. S. G. F.*, 3e Sér., t. XX).

(2) Sur le tertiaire supérieur de l'Algérie. (*B. S. G. F.*, t. XXI, p. 88).

gique de la Kabylie du Djurdjura, travail très long et très étudié où il a accepté la classification de M. Pomel et la subdivision de l'Helvétien en quatre groupes, p. 366, 391 et 409.

M. Ficheur n'a pas trouvé en Kabylie l'*Helvétien inférieur* Pomel ; je crois que c'est l'équivalent de ce qu'il appelle ailleurs *Cartennien.*

Pour le *Sahélien*, j'estime qu'il y a eu mélange de plusieurs faunes. J'ai eu occasion de voir les fossiles envoyés par M. Ficheur à M. Munier-Chalmas, et j'ai reconnu que le fossile qu'il appelle *Cardita Jouanneti* à Djerabat n'est pas du tout l'espèce que j'appelle ainsi à Carnot et aux Beni-Rached ; c'est une petite Cardite qui se trouve dans le Pliocène plaisancien des environs d'Alger. Je renvoie au travail de M. Peron sur ce sujet (1).

J'estime que les couches de l'Oued Corso (p. 380) appartiennent au Plaisancien, c'est ainsi que j'explique l'absence du Pliocène inférieur dans le tableau p. 409.

Les coupes de M. Ficheur relatives aux terrains néogènes sont à rectifier entièrement ; je laisse de côté les terrains nummulitiques.

VI. — Résultats généraux

Les résultats de ce travail sont :

1° Les faunes de Mascara, des Beni Rached et Carnot sont identiques : elles n'appartiennent pas à deux étages différents, comme on l'a publié (2).

2° Le dernier soulèvement de l'Atlas n'a pas eu lieu à la fin de l'époque helvétienne (ancien Miocène moyen), il est *post-tortonien*, car les couches de Mascara sont au moins tortoniennes et ont été portées jusqu'à l'altitude 1.000 mètres.

J'estime que les assises supérieures du Miocène de Tiaret, Teniet el Had et du Gontas sont aussi tortoniennes ; elles sont à l'intérieur du Massif de l'Atlas et ont été portées à des hauteurs qui atteignent 1.200^{m}, 1.700^{m} et 871^{m} respectivement.

Je ne dis pas que l'Algérie n'ait pas subi des mouvements tertiaires antérieurs au Tortonien ou postérieurs ; j'en suis convaincu ; mais le principal est post-tortonien.

Ce résultat important est à rapprocher des idées générales émises dans ces dernières années, que les zones de plissements sont d'autant plus rapprochées de l'équateur qu'elles sont plus récentes.

(1) Note sur les subdivisions des terrains tertiaires moyen et supérieur en Algérie. *B. S. G. F.* du 16 Novembre 1891.

(2) 1889. Pomel. Descript. stratig. générale de l'Algérie, p. 159 et 166.

TABLEAU DES ASSISES MIOCÈNES DE L'ALGÉRIE

ÉTAGES	HAMMAM RIRA	CARNOT	OUED RIOU	TIARET	MASCARA	LOCALITÉS DIVERSES
PONTIEN (Dahrien)						Cinq Palmiers
SARMATIEN (Oranien)	Poudingues du Gontas	Poudingues Grès sableux	Calcaires à Lithothamniums et Oursins	Poudingues de Tagdempt Grès de Tiaret	Poudingues Grès sableux	Gypse Tripoli du Sig et d'Oran
TORTONIEN	Grès du Gontas	Marnes fossilifères			Marnes fossilifères de Sidi-Daho	Beni Rached
HELVÉTIEN	*O. crassissima* Marnes du Bou Allouane Grès et calcaires de l'Oued-Djer	Marnes	Marnes à *O. crassissima*	Marnes à *O. crassissima* Calcaires à Lithothamniums	Marnes à *O. crassissima* des Beni-Chougran et Dj. Mahass	
LANGHIEN ou BURDIGALIEN	Marnes Poudingues	?	Marnes bariolées ?		Marnes et Poudingues	

SUR LA
TECTONIQUE DE L'HÉRAULT

par **P.-G. de ROUVILLE** (1).

J'annonçais dans mon « Hérault géologique » (2) la publication prochaine d'un atlas d'anatomie stratigraphique du département de l'Hérault. Cet atlas, dédié à la mémoire de mes deux excellents maîtres et amis, Emilien Dumas et Charles Lory, composé de plus de deux cents coupes ou vues panoramiques, se trouve, en ce moment, retardé dans son impression, par suite de circonstances indépendantes de ma volonté. J'en extrais, en attendant, quelques-unes des déductions de stratigraphie dynamique locale, que je résume dans le moindre nombre de mots possible.

I

Un trait caractéristique, relevé déjà, et dont nous trouverons plus loin l'explication, de la constitution géologique de l'Hérault, c'est sa remarquable dissymétrie. La carte géologique de France au millionième, dont la perfection donne un si grand éclat à tant de travaux anonymes, est merveilleusement propre à le mettre en lumière. Une ligne médiane tirée d'au-dessus Lodève à la presqu'île volcanique de Brescou, près Agde, sépare deux régions parfaitement distinctes : l'une à l'ouest, caractérisée par le développement si complet des terrains primaires, l'autre à l'est, par celui des terrains secondaires et tertiaires. La Bohême, le Plateau central, la Bretagne semblent donner, et donnent peut-être réellement, leur physionomie à notre moitié occidentale ; on connaît, d'autre part, le caractère essentiellement provençal des formations jurassique, supracrétacée et éocène de la moitié orientale. La ligne médiane en question dessinerait, en réalité, le tracé d'une ancienne

(1) Note présentée à la séance du 22 avril 1895 ; manuscrit remis le 20 avril. Epreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 10 mai 1895.

(2) L'Hérault Géologique, 1894. Imp. Ricard frères, Montpellier.

crête divisoire, qui aurait, avant le dépôt lutétien du calcaire de Ventenac, séparé deux bassins juxtaposés, et comme deux Frances, la France du S.O. et celle du S.E.

La pétrographie respectivement différente, du monde paléozoïque généralement schisteux, et du monde secondaire presque exclusivement calcaire, devait naturellement retentir dans leur mode respectif de dislocation. Schistes et Calcaires ne pouvaient répondre de la même manière à l'agent dynamique ; aussi voyons-nous le système des cassures, des retraits, les failles dominer dans la région orientale, et les plissements à l'ouest. La carte des terrains primaires de St-Pons (1), atteste la réalité de ces derniers ; les cassures et les retraits se décèlent dans les vallées étroites et profondes, et dans les contacts anormaux si fréquents dans la région calcaire ; que si certaines portions des couches jurassiques présentent des ondulations, c'est l'effet de compressions locales subies par des lambeaux faillés, de la part de lambeaux voisins demeurés rigides.

L'histoire géologique de l'Hérault se compose, comme celle de toute contrée, d'une succession de mouvements d'émersion et de subsidence, dont le jeu alternatif est seul propre à nous faire comprendre les phénomènes de sédimentation. Ces alternatives de mouvements, normalement lents, à intervalles souvent considérables, se produisant sous la forme d'oscillations, constituent la série des phases de formation de toute l'histoire sédimentaire. Certaines zones, devenant comme les sièges d'élection de mouvements élévatoires, se bossellent, à la longue, de rides, qui présentent parfois les effets d'une brusquerie temporaire ; d'autres se fragmentant par retraits, s'effondrent à vif, le long des lignes de moindre résistance, laissant, en contrehaut, sur tout leur parcours, des murailles à parois à pic. C'est à ces deux types, plissement et faille, que se ramène le plus grand nombre des effets dynamiques. Le premier se retrouve dans notre chaîne des Avant-Monts (2), le second dans celle de la Serane.

La montagne d'Agde, par sa forme conique et son isolement dans la plaine, nous présente un troisième et dernier type d'effets orogéniques, le type volcanique.

(1) Les terrains primaires de l'arrondissement de St-Pons, par de Rouville, Delage et Miquel (*Mémoires de l'Acad. des sc. et lett. de Montpellier*, 2e Sér., t. II, 1894.

(2) Géographie générale du département de l'Hérault, t. I, 1er fasc., p. 12.

Avant d'énumérer les différentes phases de la formation du territoire de l'Hérault, relevons, tout d'abord, quatre traits tectoniques saillants de sa surface : c'est, d'abord, la prédominance de deux grandes lignes de fracture, dont l'une (E.-N.E.) traverse en écharpe tout le département, et met en contact et comme en choc, le Garumnien avec les formations diverses, mais le plus souvent, avec la formation lacustre, et dont l'autre (N.E.) s'étend de l'extrémité orientale des terrains paléozoïques, à l'axe de la portion de la vallée de l'Hérault, encaissée dans le massif jurassique de St-Guilhem, parallèlement à l'alignement du front des Cevennes ; c'est ensuite une ligne de fracture (N.S.) profilant la vallée basse de l'Hérault, et la vallée supérieure de l'Orb, et donnant ouverture, vers l'ouest, à la série des évents volcaniques qui se suivent du Cantal à Brescou (1) ; c'est enfin, une quatrième fracture (N.O.), ayant produit la gorge profonde d'Héric et la cluse de l'Orb qui la continue, en déterminant la direction de l'Orb de Terassac à Béziers.

L'analyse des phases de formation de l'Hérault précisera la succession chronologique de ces divers événements.

II

Première phase. — Période continentale. Surface cristallophyllienne (archéenne et précambrienne), formant le prolongement méridional du Plateau central, et joignant les Pyrénées aux Maures et à l'Esterel.

Cette jonction des Pyrénées et des Maures, que je suppose antérieure, dans nos régions, à toute formation sédimendaire, a été invoquée par quelques auteurs, et expressément indiquée par M. l'Ingénieur Duponchel (2), sans connaissance préalable des idées exprimées à cet égard par M. de Margerie (3).

C'est ce sol cristallophyllien, soubassement prédestiné de tous les dépôts ultérieurs, dont les différentes portions, alternativement immergées et émergées, détermineront les conditions de formation, d'étendue et de contact de ces dépôts.

Deuxième phase. — Affaissement d'une portion de la surface

(1) Voir sur l'importance de la faille N. S. dans le Plateau central. Note de M. G. Fabre (*B. S. G. F.*, 3e Sér., t. 21, p. 662).

(2) Géographie générale du département de l'Hérault, t. 1er, 1er fasc., pp. 103-104 (note).

(3) *Bulletin des services de la carte géologique de la France.* 2e Note sur la structure des Corbières, p. 32 et suiv.

cristallophyllienne primitive ; établissement de la mer silurienne. Sédimentation silurienne continue (Cambrien, Ordovicien, Gothlandien).

L'autonomie du Silurien de l'Hérault, si bien accusée au double point de vue pétrographique et paléontologique (1), permet d'affirmer qu'il ne s'est pas déposé dans le Gard ; en l'absence d'aucun affleurement à l'est, où se rencontrent d'autres formations primaires, on semblerait autorisé à croire que le sol cristallophyllien serait resté en dehors des eaux, dans ces régions, durant les temps Siluriens.

La nature gréseuse de l'assise inférieure du Silurien de l'Hérault (grès de Marcory) indiquerait la proximité d'un rivage.

Troisième phase. — Emersion du sol. Premier ridement de la Montagne Noire (2). Continent silurien soumis aux agents d'érosion. Enlèvement local des portions moyenne et supérieure.

Quatrième phase. — Mouvement de subsidence. Transgression de la mer dévonienne ; l'aire de submersion se serait élargie vers l'est, si, comme j'incline à le croire, on doit rapporter au Dévonien inférieur le système de Talcschistes phylladiformes alternant avec des calcaires saccharoïdes, des environs du Vigan, auquel M. Fabre reconnaît l'orientation spéciale S.-S.E. (3).

Les nombreuses empreintes de végétaux qui accompagnent le *Pleurodyctium* dans l'Hérault (4) sont l'indice d'un rivage peu éloigné.

Cinquième phase. Période continentale et de dislocation. — C'est à la fin du Dévonien que je place la sortie du granite et des granulites qui forment l'ossature de l'Espmouze, sortie accompagnée de mouvements, dont le renversement des couches dévoniennes (5) serait une conséquence, en même temps que leur transformation en schistes sériciteux aurait eu lieu sous l'influence de la sortie des granulites.

Les ellipses granitiques du Lengas, de l'Aigual, de La Salle, dans le Gard, dateraient du même jour.

A la suite de ces mouvements et de ces transformations, le

(1) DE ROUVILLE et DELAGE. Géologie de la région de Cabrières, p. 9 et suiv. (Montpellier, 1892).

(2) BERGERON. Etude Géologique du massif ancien situé au S. du Plateau central, thèse 1889, p. 307.

(3) *B. S. G. F.*, 3e Sér., t. V, p. 403.

(4) *Acad. des sc. et lett. de Montpellier*, Séance du 9 Juillet 1894.

(5) Les terrains primaires de l'arrondissement de St-Pons, p. 19.

système Dévonien, exposé aux agents de l'érosion, aurait perdu, par places, ses membres supérieurs. Son rôle continental aurait persisté durant les premiers temps de l'ère carbonifère, dont les dépôts de Tournai et de Waulsort ne sont pas représentés dans le département.

Sixième phase. — Subsidence. Rétrocession de la mer vers l'ouest. Sédimentation du Culm transgressive au Dévonien.

Absence d'aucune trace de Culm dans le Gard.

Nombreuses plantes et couches gréseuses dans l'Hérault, indices de rivage.

Septième phase. — Emersion aboutissant à l'établissement d'une surface continentale unissant l'Hérault et le Gard.

Le carbonifère marin de l'Hérault correspondant à l'horizon de Visé, et n'étant recouvert d'aucune couche westphalienne, on doit penser que cette septième phase a été de longue durée, et n'a pris fin qu'après la formation et le comblement des fosses houillères.

Période de dislocation. — L'absence, dans le Gard, du terrain Permien, les nombreux plis des couches houillères, l'allure abrupte du front oriental du massif primaire, font supposer qu'une dislocation profonde, se produisant alors, a refoulé dans leurs fosses étroites les dépôts houillers, et, en même temps, rompu, entre la Lozère et le Vigan, le sol préalablement continu, donnant lieu au fiord ou golfe du Causse, dont M. Fabre ne fait dater la formation que d'une époque postérieure au Trias (1).

Huitième phase. — Pénétration des eaux permiennes dans le nouveau golfe. Sédimentation permienne littorale, d'abord schisteuse, avec nombreuses plantes (Autunien), puis détritique (Rothliegende).

Neuvième phase. — Emersion des sédiments permiens accompagnée ou suivie d'un mouvement qui les redresse.

Dixième phase. — Longue phase oscillatoire.

Mouvement de subsidence ; abrasion des sédiments permiens par les eaux triasiques.

Sédimentation détritique d'abord (Grès bigarré), à la fin, lagunaire (gypse et Marnes irisées).

Longue série de mouvements intervallaires de subsidence et d'émersion présidant à la sédimentation jurassique (Fabre) (2), sans autre événement dynamique intéressant, que l'accentuation, vers la

(1) *B. S. G. F.*, 3e Sér., t. 21, p. 673.
(2) Loc. cit., pp. 673-674.

fin du Séquanien, de l'anticlinal cévennol, séparant deux milieux de sédimentation supra-jurassique différents, lozérien à l'ouest, cévennol à l'est, et opposant une barrière à la mer infracrétacée du côté de l'ouest (digue de l'Hérault de Leymeric (1).

Sédimentation infracrétacée.

Onzième phase. Longue période continentale. — Emersion du sol suivie d'une longue période continentale jusques et y compris l'époque danienne. (Lacune des formations crétacées intermédiaires).

Creusement du grand bassin garumnien s'étendant des confins de l'Ariège jusqu'en Provence.

Sédimentation danienne par les eaux continentales.

Douzième phase. — Submersion partielle du département dans sa portion S.O., où la mer nummulitique pénètre, et forme ses dépôts le long des flancs du continent primaire.

Persistance à l'est de la sédimentation continentale.

Treizième phase. — Retour du régime continental de la portion S.O. préalablement immergée.

Extension à l'O. de la fosse lacustre.

Sédimentation lutétienne (Ventenac-Montaiguet), bartonienne (grès à Lophiodon), ludienne (lignite à Palæotherium), tongrienne (lignite à Anthracotherium), continue, et sans mouvement important intercurrent.

Période de dislocation. — Mouvement d'émersion, et jeu renouvelé de la ligne de fracture E.-N.E. donnant aux pics de Cabrière et de St-Loup leur relief actuel, aux régions de St-Chinian et d'Oupia leurs plis couchés et leurs voussures, et au Garumnien ses divers contacts anormaux.

Quatorzième phase. — Mouvement de subsidence. Régime saumâtre aquitanien (Foncaude) (2), suivi bientôt du régime marin.

Sédimentation helvétienne.

Quinzième phase. Phase ultime continentale. — Mouvement d'émersion. Régime estuarien d'abord, plus tard continental de l'Astien

(1) *Rev. des Sc. Nat. Montpellier*, t. VI. G. Fabre. Mémoire sur le terrain crétacé du Midi de la France, *B. S. G. F.*, 3e Sér., t. 21, p. 673.

(2) Le régime continental a persisté dans la région occidentale, dans le territoire de Nissan, durant la période aquitanienne, ainsi que le montrent les calcaires à *Helix Ramondi* de ses fours à chaux. D'ailleurs la présence de couches lacustres dans le massif helvétien de ces contrées occidentales, et la mollasse à dragées qui s'y observe, trahissent la proximité d'un rivage, la fréquence des apports fluviatiles, en même temps qu'une certaine mobilité du sol de ces régions.

(Sables de Montpellier, terrain détritique de St-Palais, près Pézenas.

Formation de la fracture N.S. donnant jour aux évents volcaniques qui se profilent du Cantal à Brescou, et rompant la barre pyrénéo-alpine. Dépôt fluvio-volcanique local à *Elephas meridionalis* (le Riege).

Dépôts riverains à *Elephas primigenius* et continentaux (tufs) quaternaires.

Etat de choses actuel.

III

J'ai signalé deux orientations principales dans le relief de l'Hérault : l'une dominante E.-N.E., la seconde N.E.

La première a été signalée dès 1833, par Elie de Beaumont (1) comme étant « celle des couches de transition calcaires et schis-» teuses, d'une date probablement fort ancienne, qui constituent en » grande partie le groupe de la Montagne Noire entre Castres et » Carcassonne » ; il retrouvait ces mêmes couches dans les Pyrénées « où, malgré des bouleversements plus récents, elles présentent » encore, et souvent d'une manière très marquée, l'empreinte de » cette direction primitive ». Ce retentissement des mouvements pyrénéens dans la Montagne Noire s'explique tout naturellement par le voisinage.

La même orientation a affecté des mouvements autrement récents ; nous la retrouvons dans la ligne de charnière autour de laquelle, à l'époque oligocène, d'un bout du département à l'autre, nous avons vu le Garumnien entrer en contact anormal avec le terrain lacustre.

La seconde direction N.-E. n'est autre que celle du massif des Cévennes, dont le Nord de l'Hérault forme la partie la plus méridionale ; dessinée dès l'époque sinémurienne pour M. Fabre (2), nous l'avons vue s'accentuer au début du Séquanien-Tithonique, et acquérir sa valeur actuelle antérieurement à l'Helvétien.

Les deux dernières lignes de fracture mentionnées, N.-S. et N.-O., se seraient produites, la première à nouveau, dans les derniers temps pliocènes, la seconde avant le Permien.

Ces différents traits tectoniques peuvent être considérés comme le dernier aboutissement de tous les mouvements successifs, mis

(1) Extrait d'une série de recherches sur quelques-unes des Révolutions de la surface du globe, 1833.

(2) Loc. cit., p. 674.

en lumière par l'analyse des phénomènes dynamiques qui ont concouru à la formation du territoire de l'Hérault.

Il y a quelques années, on eût rigoureusement rattaché ces différentes directions à des orientations personnifiées, en quelque sorte, dans certains alignements de faîtes, appelés systèmes, portant avec eux leur millésime ; c'est ainsi qu'Elie de Beaumont rapportait la direction E.-N.E. à son système du Hundzrück, dont il faisait la catastrophe « jusqu'ici la plus ancienne de celles dont les traces ont pu être clairement reconnues » et que M. de Lapparent place, comme il convient précisément ici, entre le Silurien et le Dévonien (1) ; des observations nouvelles ont porté atteinte à cette prétendue valeur chronologique des directions, compromise, d'ailleurs, déjà, par le fait des récurrences ; l'unité dynamique a été déplacée ; elle réside aujourd'hui, plus logiquement, sinon plus nettement, dans l'ensemble des effets des forces orogéniques sur une partie plus ou moins étendue de la croûte terrestre, et se retrouve dans leur continuité dans l'espace, et leur similarité au tripe point de vue de la nature, de l'âge, et des relations respectives des terrains intéressés ; c'est d'après ce nouveau principe que M. Suess a établi l'unité de la chaîne alpine, et qu'en l'appliquant au relief du continent européen tout entier, il a été amené à considérer ce dernier comme le résultat de trois grands plissements d'âge différent, aboutissant à la formation des trois chaînes calédonienne, hercynienne et alpine, dont M. Marcel Bertrand, son éloquent interprète, nous a rendu, en termes si précis et si pittoresques, les physionomies et les autonomies respectives (2). L'Hérault, ainsi que le montre d'ailleurs la carte de M. Bertrand, serait une dépendance tout ensemble de la chaîne hercynienne et de la chaîne alpine ; il leur appartiendrait par moitié à l'une et à l'autre, et leur devrait le caractère essentiellement dissymétrique de sa structure.

Rattaché à la première par les discordances du Houiller supérieur et du Permien, il présente à sa surface les traces de deux mouvements caractéristiques de la seconde, l'un antérieur au Crétacé supérieur, l'autre au Miocène.

Les mouvements alpins plus récents ne s'y seraient pas fait ressentir, à moins que l'orientation N.E. de nos formations ne doive être considérée, ainsi que le pense M. Kilian (3), comme une

(1) Traité de Géologie, 3e édition, p. 1549.
(2) *B. S. G. F.*, 3e Sér., t. 15, p. 423.
(3) *Ann. des Sc. Géol.*, t. t. 20, p. 163.

déviation des orientations alpines E.O. à la rencontre du massif des Cévennes.

C'est à titre de membre de la chaîne hercynienne, de cette chaîne qui, d'après M. Bertrand (1) « s'étendrait au moins de la Bretagne et du pays de Galles, à la Saxe et à la Silésie » que la moitié occidentale de l'Hérault offrirait les similarités paléontologiques et pétrographiques, tant de fois signalées, entre ses formations primaires et celles de la Bretagne, de la Bohême et de la Saxe.

IV

Réservant pour le texte de l'atlas l'analyse des éléments stratigraphiques de chacune des coupes qu'il renferme, je me bornerai à dresser ici une liste succincte des points *singuliers* de l'Hérault, où les phénomènes dynamiques se sont produits avec le plus d'intensité.

C'est d'abord la grande aire calcaréo-schisteuse des terrains primaires de l'Hérault, dont la planche de coupes qui accompagne le mémoire déjà cité qui les concerne, montre les nombreux plis droits ou couchés.

C'est ensuite la ligne de fracture E.-N.E., dont les coupes de l'*Hérault Géologique* offrent les accidents nombreux d'allures de couches, de contacts anormaux, d'exaltation de relief (Pic de Cabrières, St-Loup). Son parcours traverse des zones singulièrement fragmentées et plissées : il longe le chaînon de St-Chinian, analysé par Magnan (2) et par MM. de Margerie (3) et Depéret (4), auxquels a échappé l'accident de St-Pierre du sud de Tudéry. Ce chaînon se rattache au massif mentionné par Tournal (5) comme reliant les Pyrénées aux Cévennes, qu'accidentent les redressements et les voussures des couches ligniteuses de la région de Montahut et d'Oupia. Au sud de St-Chinian, se déploie, rutilante, la série danienne renversée de Cazo, et plus à l'est, saille, à l'horizon, l'Eocène tourmenté de Cessenon.

La même ligne de fracture borde au sud l'extrémité orientale des Avant-Monts, dont le sol mouvementé témoigne de l'énergie de l'effort dynamique (région de Roquebrun, St-Nazaire, Cabrières) :

(1) Loc. cit., p. 440.
(2) *B. S. G. F.*, 2e Sér., t. 24, 1867, pp. 721-724.
(3) Loc. cit., p. 18.
(4) *B. S. G. F.*
(5) *C.-R. des Séances de la Soc. Géol. de Fr.*, N° 16, p. CLVI.

sa lèvre garumnienne disparaît sous les marnes bleues de la plaine ; mais son cours souterrain au travers des contrées de Lamalou, de Bédarieux et de Clermont-l'Hérault, se trahit par une foule d'accidents dynamiques alignés dans sa direction ; ils s'y présentent sous la forme de failles, de glissements, de faux contacts ; c'est au nord de Lamalou la faille de la Bourbouille ; à Bédarieux, la ligne limite du Jurassique et du Primaire, le redressement du Jurassique et du Trias à Paragret contre les flancs schisteux de Tantajo, la faille entre Jurassique et Permien mettant à jour le terrain houiller, sur le territoire du Mas-Blanc ; à Mourèze, la chute en couches verticales des strates liasiques en contrebas de l'Oolite, le contact du Permien et de l'Arenig sur le chemin de Mourèze à Clermont ; à Clermont, enfin, tout un réseau de cassures et de renversements au sein du Trias et du Lias ; c'est la série liasique renversée qui porte le vieux château ; c'est dans son prolongement qu'est ouverte la carrière de pierre à chaux, et qu'une rupture s'est pratiquée, porte naturelle entre le monde ancien et le monde tertiaire, mais porte trop étroite, parfois, pour suffire à l'écoulement des eaux qui dévalent, par certains jours d'orage, du pic de Cabrières.

La route de Clermont à Lodève met à jour deux nouveaux cas de contact anormal entre le Jurassique, le Trias et le Permien ; le premier non loin de Clermont, le second au pont de Rabieux.

Au-dessus de Lodève s'étend de St-Gervais à Graissessac la fosse houillère, dont les travaux des mines ont fait connaître les dérangements.

A l'est de Clermont et au delà de l'Hérault, la ligne de fracture reparaît à l'œil par sa lèvre garumnienne (Vendemian) : elle façonne en muraille le versant nord des môles jurassiques d'Aumelos, Vedas et Murviel, donne à Grabels sa faille aquifère avec chevauchement du Danien sur l'Eocène, et atteint les confins de l'Hérault au N. de Lunel Viel.

Brongniart affirmait qu'il n'y a peut-être pas un myriamètre carré de la partie connue de l'écorce terrestre qui soit dans la position où elle a été déposée primitivement ; à coup sûr, la surface de l'Hérault ne dément pas cette assertion, et la liste n'est pas encore complète ; aux portes mêmes de Montpellier, au pont St-Côme ; un peu plus loin, au N. à Castelnau, et au Crez à l'est, des dénivellations se présentent, non loin du champ d'action de la même ligne de fracture, lesquelles rapprochent et mettent en contact des termes plus ou moins distants dans la Série : les couches supérieures de nos sables

et l'Helvétien, derrière l'établissement Rech, et de là, en ligne droite, vers la Terrasse ; le Bajocien et le Tithonique au N. de Castelnau, le Tithonique surplombant par places, et l'Infracrétacé, sur le bord nord du plateau du Crez.

Les massifs jurassiques si puissants et si compacts qui forment une si grande partie du territoire de l'Hérault, sembleraient avoir dû résister aux efforts exercés sur eux par l'agent dynamique; les ondulations des rochers de St-André de Buèges et de Clamouse, près St-Guilhem, le renversement du Trias sur les couches liasiques du Mas des Prats, les plis bajociens et bathoniens de Murviel rendus si visibles par les tranchées de la voie nouvelle de St-Georges à Gignac, les redressements de l'Infralias à Montmajou et à Monplo, les singuliers accidents de contact entre l'Infracrétacé et les îlots tithoniques orientés N.-E. dans la direction des Cévennes (Prades Ste-Croix), enfin, les failles en échelons du massif de la Gardiole, donnant lieu au retour des mares-lacs, et son Outlier bathonien du mas de Raimbaud, montrent que l'énergie des pressions a su vaincre toutes les résistances; compressions et refoulements n'ont, d'ailleurs, rien pour nous étonner, sur une surface aussi resserrée que celle de l'Hérault, entre deux puissants massifs, le Plateau Central, et la grande chaîne pyrénéo-alpine, dont la rupture, correspondant au Golfe du Lion, est de date si récente.

Les nombreux points que nous venons d'énumérer, sans tenir compte de l'aire faillée, d'ailleurs discutée (1), de Magnan (2) aux confins de l'Hérault et de l'Aude, attestent la variété et le nombre des mouvements qui ont, en divers temps, remué la surface de l'Hérault, et en consacrent le double caractère hercynien et alpin.

(1) DE MARGERIE, loc. cit. pp 21-22.

(2) Matériaux pour une étude stratigraphique des Pyrénées et des Corbières. *Mém. Soc. Géol. de Fr.*, 2e Sér , X, N° 1, 1874, p. 81 et suiv.

SUR LES

TRINUCLEUS DE L'OUEST DE LA FRANCE

par **D.-P. ŒHLERT** (1).

(Pl. I et II).

Le genre *Trinucleus* étant par l'abondance et la variété de ses espèces, un précieux auxiliaire pour la classification des assises ordoviciennes dans différents pays, et en particulier en Angleterre, où il est très bien représenté dans les couches de cet âge, il était extraordinaire de voir que dans le massif armoricain les formes appartenant à ce genre étaient si peu nombreuses et toujours confinées à un seul niveau ; celui-ci qui, par suite de l'exclusivisme de ce caractère paléontologique, était connu sous le nom d'*horizon des schistes ardoisiers à Trinucleus*, était placé à la partie supérieure de l'Ordovicien, se trouvant séparé du niveau des schistes inférieurs à *Calymene Tristani,* par une assise gréseuse (= grès de May).

La découverte de *Trinucleus* faite par M. L. Bureau dans les schistes d'Andouillé (Mayenne); par M. Lebesconte dans les grès de Bas-Pont, près Vitré ; par M. Kerforne dans des schistes *intercalés dans les grès de May ;* enfin l'indication d'une espèce nouvelle dans les schistes ordoviciens de la baie de la Hague, et dont la description et la figure viennent d'être données par M. Bergeron, ont assez multiplié les documents sur ce sujet pour qu'il soit actuellement possible de chercher à établir les relations respectives de ces divers niveaux, et de contrôler certaines déterminations spécifiques.

Les échantillons relativement bien conservés que nous avons recueillis à Andouillé, et ceux que M. l'abbé Mars et M. Gatineau nous ont confiés et qui sont le fruit de longues et patientes recherches, nous ont en outre permis de reprendre l'étude de certains caractères, particuliers au genre *Trinucleus*, et d'en donner une interprétation nouvelle.

(1) Communication faite à la séance du 1er avril 1895 ; manuscrit remis le 4 mai. Epreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 30 juin 1895.

Notre ami Bergeron nous a également communiqué les matériaux qu'il avait rassemblés pour son travail et ceux qu'il tenait de l'Ecole des Mines et des Musées de Nantes et de Rennes, par suite de l'obligeance de MM. Douvillé, Bureau et Bézier. A ceux-ci sont encore venus s'ajouter ceux qui ont été recueillis dans les schistes de May par MM. Kerforne et Bigot et qu'ils ont bien voulu nous transmettre.

Grâce à cet ensemble, nous avons pu entreprendre l'étude de quelques espèces de *Trinucleus* du massif armoricain, examiner la valeur de certains de leurs caractères, et en même temps chercher à établir les rapports qui existent entre les divers niveaux où elles se trouvent.

Trinucleus Bureaui, n. sp.

(Pl. I et II, fig. 1-24)

1883. *Trinucleus ornatus*, Bureau, non Sternb. *Assoc. Franç. Avanc. Sciences.* Congrès de La Rochelle, p. 333.

Céphalothorax avec un contour frontal à peine convexe, presque droit, formant un arc très surbaissé qui se relie aux contours latéraux par des angles frontaux bien accusés ; au-dessus de ces angles les parties latérales se creusent en décrivant une courbe légèrement concave, puis divergent ensuite pour constituer la base des pointes génales. La présence des angles frontaux et la disposition des contours latéraux, très caractéristiques de cette espèce sont, à un degré plus ou moins accentué, apparents chez tous les individus, même chez les jeunes ; toutefois, la courbe latérale rentrante devient parfois à peine sensible et dans ce cas les bords retombent de chaque côté presque parallèlement à l'axe. Les pointes génales sont grêles, effilées, un peu arquées, très longues et très divergentes. Elles ont une section subrhomboïdale : chacune des faces étant creusée par un sillon plus ou moins profond, les quatre arêtes sont transformées en quatre nervures inégalement saillantes, ayant chacune une forme spéciale : l'arête interne très développée et très aiguë est en continuité avec le bord postérieur de la tête ; l'arête externe fait suite au bord du limbe; tandis que la nervure dorsale, submédiane, très forte, n'est en quelque sorte que le prolongement du bourrelet qui entoure le limbe au droit du front , et de celui qui suit le contour occipital de la tête ; il en est de même pour la nervure submédio-ventrale, plus développée que celle qui lui est opposée du côté dorsal.

Contours postérieurs des joues faiblement sinueux, presque subrectilignes; sillons postérieurs étroits, mais bien accusés, limités en arrière par de très petits bourrelets qui diminuent encore d'importance en se rapprochant de l'anneau occipital. Celui-ci, de même que le sillon qui l'accompagne, est très peu apparent, sauf sur les moules internes ; il est du reste en partie masqué par le développement d'une longue pointe médiane à laquelle il donne naissance; cette pointe, solide et triangulaire à sa base, se confond en partie sur certains échantillons avec l'arrière de la glabelle; elle s'amincit rapidement et devient grêle et très fragile vers son extrémité, ce qui explique sa disparition si fréquente. Le large limbe qui encadre la glabelle est constitué par deux lamelles : l'une, supérieure ou dorsale, représente le limbe proprement dit ; l'autre, inférieure ou ventrale, n'en est que la doublure. Ces deux lamelles sont criblées de cavités disposées régulièrement, au nombre de 200 environ chez les adultes et qui se correspondent exactement d'une surface à l'autre; ces cavités sont conoïdes et augmentent en profondeur et en largeur, en s'avançant vers le bord du limbe, en en exceptant toutefois la série la plus marginale où elles sont un peu moins accusées. Ces enfoncements atteignent leur maximum de développement vers le premier tiers environ de la distance comprise entre le bord du limbe et la glabelle, là où a lieu le maximum d'écartement des deux surfaces ventrale et dorsale ; sur les échantillons ayant conservé leur carapace, ils apparaissent à la face externe du limbe, ainsi qu'à celle de la doublure, sous la forme de petites cavités conoïdes étroitement serrées les unes contre les autres et dont les bords, par suite de cette compression, tendent à devenir hexagonaux et leur donnent un aspect alvéolaire; les bords font une légère saillie sous la forme de petites crêtes qui dessinent, à la partie superficielle du test, un réseau à mailles irrégulières; en profondeur, ces cavités ont toujours une section arrondie, et c'est sous cet aspect qu'elles apparaissent sur les empreintes externes du limbe et de la doublure, lesquelles sont hérissées de petits tubercules saillants conoïdes. Toutes ces cavités, alignées en rangées concentriques, sont disposées en quinconce et suivant des lignes subrayonnantes, souvent très inégales et très irrégulières. Le nombre des rangées qui passent en avant de la glabelle est ordinairement de trois, assez rarement de quatre, tandis qu'il s'élève à sept et même parfois à neuf, en face des angles frontaux où se trouve la partie la plus élargie du limbe. Dans ce cas, la rangée la plus interne remonte quelquefois un peu le

long du talus des joues. Les rangées qui passent en avant du front se continuent sans interruption sur tout le pourtour externe du limbe, tandis que les autres files se développent seulement sur les parties latérales, s'avançant plus ou moins loin en arrière et en avant, mais sans jamais contourner la glabelle, et en n'offrant plus tout à fait la même régularité. La largeur de ces cavités s'accroît graduellement du centre vers la périphérie, à l'exception du dernier rang situé sur la pente externe du limbe, où elles sont un peu plus petites; leur diamètre maximum pris sur l'avant-dernier tour est d'environ 1 millimètre.

Le limbe, à sa périphérie, porte un léger bourrelet, en dedans duquel se trouve la ligne suturale; celle-ci est marginale sur toute l'étendue du contour de la tête, sauf aux angles postérieurs où, en restant dorsale, elle coupe la base des pointes génales, de telle sorte que celles-ci appartiennent exclusivement à la doublure du limbe.

La glabelle est très saillante, très renflée, subovoïde ou plutôt subpiriforme, par suite de son rétrécissement à sa partie postérieure; elle atteint son maximum de hauteur vers l'avant, puis retombe ensuite obliquement et doucement vers l'arrière; sa largeur est moindre que celle des joues; nous n'y avons pas observé de traces d'ornementation, le test paraît lisse sur cette partie de la tête. La glabelle est délimitée par deux sillons dorsaux, subrectilignes, et légèrement concaves vers l'intérieur. Les joues, très peu élevées par rapport à cette dernière, sont parfois lisses, parfois ornées d'une série de petites ponctuations arrondies, dont les unes plus fines que les autres sont les plus nombreuses.

Vers l'extrémité antérieure des sillons dorsaux, tout contre le lobe frontal, et de chaque côté de celui-ci, on remarque une très petite cavité arrondie très nette (1); à l'autre extrémité de ces

(1) Ces cavités déjà signalées chez les *Trinucleus* et chez d'autres genres, avaient suggéré à M'Coy (Synopsis fos. Ireland, p. 42) l'idée de les considérer comme ayant servi à l'insertion d'antennes. Cette hypothèse, d'ailleurs inadmissible, est tombée devant la découverte faite tout récemment par Beecher (On the Thoracic Legs of *Triarthrus*. *Amer. Journ. of Sc.* 1893, p. 468) et confirmée par Walcott (On some appendages of the Trilobites. *Proceed. Biol. Soc. of Washington*, 1894, vol. IX, p. 90). Ces auteurs ont démontré que chez les Trilobites, il existait en effet des antennes, lesquelles s'insèrent naturellement à la face ventrale céphalique, ainsi que l'avait prévu Milne-Edwards (1840, Hist. nat. Crustacés. T. 3, p. 286) et s'articulent sans doute aux angles latéro-postérieurs de l'hypostôme. Ces petites cavités si réduites dans les *Trinucleus*, se retrouvent chez d'autres Trilobites, où elles sont parfois très développées; elles correspondent à des saillies internes qu'il est naturel de considérer avec Barrande comme servant de points d'attache à des muscles.

sillons, presque en face du sillon occipital, il existe deux dépressions superposées, courtes, un peu obliques et profondes. Les sillons latéraux sont en général indistincts; lorsqu'ils sont visibles, ils sont très superficiels et affectent une forme subcirculaire ou crescentiforme.

On remarque fréquemment sur les joues deux nervures ayant une direction oblique; elles partent un peu en avant de l'angle postérieur, elles s'écartent légèrement l'une de l'autre, puis convergent pour aboutir au sillon dorsal (fig. 7); l'une de ces lignes a parfois été considérée, par erreur, comme une suture faciale quoique n'en ayant jamais ni la netteté de direction, ni l'aspect; ces nervures se retrouvent sur le moule interne où elles sont peut-être encore plus accusées que sur le test.

Bien que les spécimens que nous avons eus à notre disposition soient assez nombreux, nous n'avons jamais vu d'hypostome, soit en place, soit détaché.

Le thorax, comme dans toutes les espèces de ce groupe, est composé de 6 segments, séparés par des rainures rectilignes. Les premiers anneaux, ainsi que les derniers, sont moins longs que ceux du milieu, de telle sorte que les contours latéraux du thorax forment une courbe convexe. L'axe médian, assez bombé, est beaucoup moins large que les parties latérales; il est délimité par des sillons dorsaux nettement accusés, à l'extrémité desquels existe sur le moule une petite rainure assez profonde. Les plèvres sont aplaties, horizontales, à peu près dépourvues de coude; le sillon qui traverse les segments est peu oblique et très rapproché sur la plus grande partie de son cours de la rainure antérieure, de sorte que la bande antérieure des segments est plus étroite que la bande postérieure. Leur pointe est peu développée et très peu recourbée vers l'arrière.

Le pygidium, subtriangulaire, et dont les contours arrondis, un peu rentrants avant de former la pointe postérieure, ont été parfois comparés à une accolade, est pourvu d'un axe médian prolongé jusqu'au bord et qui porte 7 ou 8 articulations dont les premières seules sont bien apparentes; cet axe est peu saillant et presque moitié moins large que les parties latérales; celles-ci présentent quelques traces de sillons latéraux à peine marqués. Le rebord forme autour du pygidium, comme dans tous les *Trinucleus*, un talus très incliné qui s'accroît progressivement en largeur jusqu'à l'extrémité postérieure; ce talus représente la doublure qui n'existe pas autrement (fig. 23).

Le test est extrêmement mince.

Différenciations. — Le *Trinucleus Bureaui* est remarquable par sa grande taille comparativement aux autres *Trinucleus* ; il se rapproche tout particulièrement du *T. ornatus* de Bohême et semble en être, dans l'ouest de la France, un représentant dont les caractères se sont exagérés. Le limbe, qui déjà dans cette espèce, était si remarquable par sa forme surbaissée et ses côtés droits ou rentrant un peu obliquement, s'est encore développé dans ce sens, devenant presque rectiligne au front, franchement concave sur les côtés et muni d'angles frontaux très accusés et très caractéristiques ; le peu d'inclinaison de celui-ci paraît être la même dans les deux espèces, quoique ce fait n'ait guère d'importance, puisque dans l'un comme dans l'autre cas, il peut être dû à la compression ; nous ferons en outre remarquer que les cavités du limbe sont un peu moins nombreuses que dans *T. ornatus*, et que les pointes génales sont beaucoup plus divergentes. C'est par erreur que Barrande a décrit ces pointes dans *T. ornatus*, comme ayant une section triangulaire ; dans l'espèce de Bohême, aussi bien que dans la nôtre et dans le *T. Pongerardi*, cette section présente toujours quatre arêtes plus ou moins bien développées. Quant au renflement de la glabelle, il devient encore plus excessif par rapport au niveau des joues, tandis que les sillons et les bourrelets postérieurs et occipitaux y sont encore plus réduits. Quant au thorax et au pygidium, ils semblent bien être les mêmes ; à peine pourrait-on dire que chez ce dernier, les traces peu apparentes des lobes latéraux paraissent moins sinueuses.

Nos échantillons atteignent une taille bien plus considérable que ceux de Bohême, car Barrande indique pour le céphalothorax, un maximum de 27^{mm} de largeur et une longueur totale de 22^{mm}, tandis que l'un de nos spécimens mesure 35^{mm} de largeur au céphalothorax, sur une hauteur de 18^{mm} : étant donné que la tête équivaut au moins à la moitié de la longueur du Trilobite, nous arriverons donc pour celle-ci à un total de 35 à 36 millimètres.

Nous n'avons pas vu sur la doublure du limbe, les stries concentriques existant entre les rangées de perforations dans *T. ornatus*.

Quant au *T. Goldfussi*, il est bien plus loin de notre espèce : par son contour céphalique semi-circulaire ; par son limbe très incliné et dépourvu du petit talus marginal qui porte la dernière rangée des cavités ; par les dimensions de ces cavités qui sont beaucoup plus petites sur toute l'étendue du limbe, ce qui en augmente considéralement le nombre (320 au lieu de 240 à 260) ; enfin, par la forme de l'angle génal qui, au lieu d'être coupé court, presque à

angle droit comme dans *T. ornatus*, se prolonge très loin au contraire, constituant comme une base très élargie des pointes génales sur laquelle se continuent les rangées de cavités du limbe.

Trinucleus Bureaui occupe un niveau spécial dans l'Ordovicien du massif armoricain. A Andouillé, on le trouve exclusivement dans des schistes noirs ou gris foncés, supérieurs aux premières faunules des schistes ardoisiers inférieurs, tout en étant associé aux espèces caractéristiques de cet horizon. Dans cette localité, les premières couches fossilifères situées au-dessus du grès armoricain de la lande de Cresnes, sont caractérisées plus spécialement par des Lamellibranches : Nucules, Cténodontes, etc., puis viennent les schistes typiques à *C. Tristani*, *C. Aragoi*, *Placoparia Tourneminei*, *Illaenus Sanchezi*, *Asaphus nobilis*, *Beyrichia Guillieri*, *Primitia simplex*, *Orthis* aff. *Budleighensis*, et encore de nombreux Lamellibranches. Les schistes à nodules, mal représentés dans la côte de Bel-Air, mais mieux caractérisés sur d'autres points (Pomme d'Orange, Les Monneries), contiennent la même faune avec addition par places, de certains fossiles, en particulier d'un petit Leptenidæ très transverse, à côtes fines et inégales, largement arrondi au bord frontal, sans prolongements aliformes aux angles cardinaux.

Au-dessus de cette faune se trouve la couche fossilifère à *Trinucleus* n'ayant que quelques centimètres d'épaisseur et qui est plus spécialement visible dans le bois de la Touche, sur la route d'Andouillé à la Baconnière. Les fossiles n'y ont plus l'aspect ferrugineux des couches sous-jacentes, au contraire leur test est transformé en silice qui se détache en blanc sur la roche schisteuse noire. *Trinucleus Bureaui* y est très abondant, ou du moins les parties dissociées de la tête y sont fréquentes, car les céphalothorax complets ne s'y rencontrent qu'exceptionnellement; le pygidium y est très rare. Les fossiles que l'on rencontre associés à cette espèce sont les suivants : *C. Tristani*, bien moins abondant que dans les couches précédentes; *Placoparia Tourneminei* y est au contraire très commun. On y retrouve aussi des fragments d'*Illaenus Sanchezi*, et les mêmes Ostracodes que dans la couche du dessous, lesquels s'y multiplient avec une abondance extrême. L'*Orthis* aff. *Budleighensis* s'y continue également, mais elle est moins fréquente que dans les couches inférieures dépourvues de *Trinucleus*. Signalons encore la présence du petit Leptenidæ dont nous avons déjà parlé.

Nous avons pu constater la superposition directe de cette zone sur les faunes inférieures, en remontant le petit chemin qui part du

village de la Pte Galette et qui est situé entre la route d'Andouillé à Germain-le-Fouilloux, et celle qui relie Andouillé à St-Ouen-des-Toits. Après avoir traversé les schistes ardoisiers inférieurs, on trouve les schistes à *T. Bureaui*, au-dessus desquels apparaissent des grès tendres jaunâtres très puissants, puisque, en ce point, ils représentent tout le reste de l'Ordovicien, étant surmontés par les grès du Silurien supérieur, auquel succèdent les ampélites.

Trinucleus Grenieri Bergeron

(Pl. II, fig. 33)

Trinucleus Grenieri. Berg. 1894. Descript. qq. Trilob. d'Ecalgrain. *Bul. Soc. géol. Norm.*, p. 18, pl. VI, fig. 5 et 6.

Cette espèce provient des schistes d'Ecalgrain (Manche), où elle est associée à des *Calymene* spéciaux du groupe du *C. Tristani* dont l'un est remarquable par sa grande taille (*C. Lennieri* Bergeron). Les *Trinucleus* qui ont été trouvés jusqu'ici dans ce gisement sont trop incomplets pour permettre d'en donner une diagnose précise. Les céphalothorax sont fragmentés ou déformés par écrasement et le pygidium n'est connu que par un seul exemplaire très mal conservé. Nous ne pouvons que reproduire ici la description qui en a été faite dernièrement par M. Bergeron :

« Le contour antérieur est arrondi en anse de panier, quel que soit » l'âge de l'individu. Latéralement, le contour ne présente aucune » inflexion. Le limbe porte des perforations très fines qui sont » disposées de telle façon que dans la partie antérieure, en avant de » la glabelle, il n'y en ait que deux rangées qui soient visibles. Le » nombre de ces rangées croît latéralement à mesure que la surface » du limbe s'élargit ; c'est ainsi que dans la partie postérieure et » latérale il y en a cinq le long du bord postérieur ; on peut comp- » ter un plus grand nombre de perforations, ainsi que c'est d'ail- » leurs le cas, chez tous les Trinucleus.

» La glabelle a une forme conique, peu saillante ; le rapport de » la plus grande largeur à la base de la glabelle est de 3,5 : 2 m/m. » Son bord antérieur est presque vertical. On ne voit sur la glabelle » aucun sillon et par suite aucun lobe latéral.

» Les sillons dorsaux sont très accusés par suite du relief de la » glabelle. Le sillon occipital est également très accusé. Les joues » sont triangulaires, légèrement bombées et arrondies du côté de » la glabelle. Le côté qui longe la glabelle et le côté postérieur étant

» peu différents comme longueur, les joues ont presque la forme » d'un quart de cercle. Aucun échantillon ne porte de pointe sur » l'anneau occipital.

» Les pointes génales devaient être longues, d'après ce qui en » reste sur différents échantillons, mais je n'en ai trouvé aucune » qui fût complète. »

« Ce Trinucleus se distingue de toutes les espèces connues dans » l'Ouest de la France, par la forme de son limbe (*Trinucleus* d'An- » douillé) ou de sa glabelle (*T. Pongerardi*). Par la forme du limbe » elle appartient au groupe du *Trinucleus Goldfussi*, mais la forme » de la glabelle et des joues, la façon dont la pointe génale se relie » à la joue, permettent de distinguer ces deux espèces l'une de » l'autre. »

Trinucleus Pongerardi Rouault

(Pl. II, fig. 25-32).

Trinucleus Pongerardi. Rouault, 1846. Mém. Tril. Ille-et-Vilaine.
B. S. G. F., 2me Sér., t. IV, p. 311, pl. III, fig. 1, 1a, 1b, 1c.
— — Rouault, 1848. Sur le test des Trilob., etc.
B. S. G. F., 2me Sér., t. VI, p. 80, etc.
— — de Trom. et Lebesc., 1875. Catal. foss. silur. Mass. armor.
Ass. Fr. Av. Sc. de Nantes, p. 648.

Marie Rouault a longuement disserté sur cette forme, et en a donné une figure qui, bien que schématique et n'étant qu'une « reconstruction d'après l'ensemble des caractères fournis par plus » de deux mille échantillons » est encore le meilleur document pour la reconnaître. L'auteur signale le contour parfaitement circulaire du limbe, et sa disposition renflée du côté dorsal et du côté ventral, de telle sorte que « la coupe rappelle celle d'une lentille biconvexe » ; enfin, il appelle l'attention et insiste sur la forme bifurquée que présentent souvent les pointes génales. Ses observations parfois si bizarres, lorsqu'il s'agit des autres caractères, sont ici fort exactes, et nous tenons à les reproduire ici : « Ces appendices, dit-il, offrent, » en outre, un caractère qui, je crois, n'a encore été observé sur » aucune autre espèce, et qui mérite de fixer l'attention des savants : » celui de présenter, dans un grand nombre de cas, ses appendices » bifurqués ; je dis dans un grand nombre de cas, parce que c'est » dans la proportion de deux sur cinq. Ce caractère, qui d'ailleurs » se remarque sur des individus de tout âge, se présente indiffé- » remment sur l'un et sur l'autre des appendices, quelquefois sur » les deux à la fois ; on le voit prendre naissance tantôt près de

» l'origine, tantôt au milieu et même vers l'extrémité des appen-
» dices, mais le plus souvent vers les deux tiers de leur longueur.
» La direction des deux parties qui en résulte n'est pas plus
» constante que leur point de départ, elles se présentent parfois
» également déviées de la direction normale qu'a suivie jusque-là
» l'appendice; d'autres fois il n'y en a qu'une de déviée, et alors
» c'est le plus souvent la branche intérieure. »

Ces diverses modifications s'observent en effet sur les échantillons types qui ont servi à Rouault pour établir son espèce, lesquels figurent actuellement au Musée de Rennes, et nous ont été communiqués gracieusement par le Directeur, M. Bézier. Dans les reproductions photographiques que nous en donnons, on constate, ainsi que Rouault l'avait indiqué, que la place de cette bifurcation peut varier le long des pointes génales, il en est de même de la direction de la pointe qui se détache de la branche principale. La fig. 28 montre cette division située immédiatement à l'angle postérieur du limbe, à l'origine même de la pointe génale; mais, presque toujours cette bifurcation a lieu beaucoup plus loin et la branche secondaire est déviée en dedans (fig. 25, 27, 31, 32), tandis que la pointe génale proprement dite se poursuit sans aucune modification dans sa direction.

Tous ces spécimens ayant été fortement comprimés, on voit souvent le long de ces appendices une série de petites cassures divisant chaque pointe génale en une série de courts tronçons légèrement déplacés les uns par rapport aux autres; sur un échantillon, une cassure de ce genre a même fait dévier l'extrémité de la branche secondaire d'une pointe génale, mais cet accident ne présente aucune ressemblance avec la division normale des pointes.

La fréquence des accidents de ce genre, la déformation de ces fossiles dans les roches schisteuses où on les trouve, l'inconstance et l'irrégularité qu'on observe dans la bifurcation, caractère qui, du reste, n'a jamais été signalé chez aucun autre *Trinucleus*, ont amené certains auteurs à en nier l'existence. Pour eux, il ne serait que le résultat d'une cause accidentelle ayant provoqué une division de l'une des extrémités des pointes génales, la partie dorsale ou la partie ventrale, déplacée dans le plan de la schistosité de façon à faire un angle plus ou moins ouvert avec la partie restée en place. A priori, cette explication ne nous paraît pas satisfaisante, attendu que le plan de séparation ne saurait être constamment le même s'il était le résultat d'un effort mécanique, puisque la division n'est favorisée ni par un point de moins grande résistance, ni par la

présence d'une ligne suturale contournant les pointes comme dans Harpes.

On a également objecté que la soi-disant bifurcation n'était que le résultat fortuit de l'entrecroisement de deux pointes génales appartenant à deux spécimens différents; cette hypothèse nous semble encore moins admissible, car il serait étonnant de voir si fréquemment la superposition des parties semblables de deux individus séparés, dans des couches où ces fossiles sont relativement rares, et plus extraordinaire encore de voir que la pointe qui viendrait couper l'autre, n'apparaît exclusivement que du côté interne du prolongement génal, tantôt à celui de droite, tantôt à celui de gauche, quelquefois aux deux en même temps, formant toujours avec eux un angle d'environ 45°.

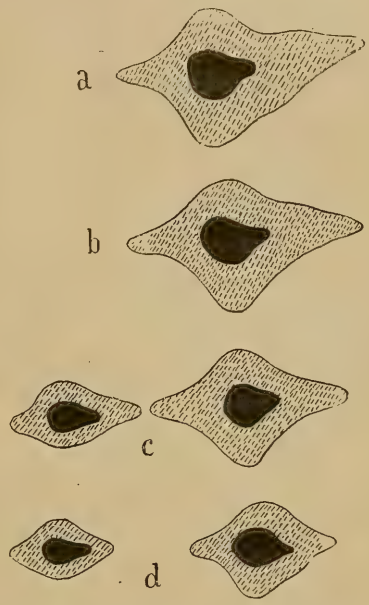


Fig. *a*, *b*, *c*, *d*. — Sections transversales d'une pointe génale de *T. Pongerardi*, Rouault. *a*, coupe passant non loin du point de départ de la pointe génale; *b*, idem, au-dessus de la bifurcation; *c*, idem, après la bifurcation; *d*, idem, en un point où les deux pointes sont plus écartées. Gros. 12/1.

A ces raisons nous ajouterons le résultat de nos observations personnelles. Sur un exemplaire de Riadan, dont la carapace a été remplacée en majeure partie par du fer sulfuré, nous avons fait une série de coupes perpendiculaires à l'une des pointes génales; deux sections (fig. *a* et *b*) traversent la pointe génale entre l'angle postérieur des joues et le point où se produit la bifurcation, montrant très nettement le canal central, les arêtes dorsale et ventrale, et les prolongements subaliformes interne et externe. Après la bifurcation (fig. *c* et *d*) on retrouve la branche principale ayant conservé ses mêmes caractères, et près d'elle, à une distance plus ou moins grande suivant le point où passe la coupe, on remarque la section de l'autre pointe, de dimensions plus petites que la première, ayant comme elle un canal central avec des parois continues et quatre arêtes bien distinctes, quoique moins accusées que dans la branche principale. Ce fait suffit pour démontrer que la

petite branche ne peut être le résultat d'une dissociation des parties dorsale et ventrale de la pointe ayant glissé l'une sur l'autre. Ce caractère a évidemment cela de particulier qu'il n'a rien de constant dans *T. Pongerardi*, tant par sa place, que par sa présence même. A ce propos, nous ferons remarquer la tendance que présentent certains prolongements du test des Trilobites à se bifurquer et se ramifier, il nous suffira de citer quelques exemples, tels que : la forme du prolongement céphalique s'avançant au droit du front de certains *Dalmanites*, qui est bifurqué dans certaines espèces (*D.* (*Probolium*) *nasutus*) trifurqué dans d'autres (*D. (Probolium) tridens*) ; la disposition de la pointe occipitale de certains *Acidaspis*, simple dans *A. tuberculatus*, bifurquée dans *A. hamata* ; enfin les prolongements rayonnants du pygidium de *Terataspis grandis* qui portent des rameaux secondaires très irréguliers et très inégalement distribués sur un même individu.

Trinucleus Goldfussi Barrande et *T. ornatus* Sternberg.

Ces deux espèces ont souvent été signalées dans les couches ordoviciennes du massif armoricain, nous n'avons pu nous assurer de leur existence, tous les spécimens que nous avons pu nous procurer étant trop défectueux pour arriver à une détermination précise. En les citant et en indiquant leurs gisements dans le cours de ce travail, nous ne faisons donc que reproduire ce qu'en ont dit les auteurs, laissant à ceux-ci toute la responsabilité de leurs assimilations.

T. Goldfussi et *T. ornatus* sont deux formes de l'étage D de Bohême et qui paraissent localisées dans cette région, à l'exception toutefois de l'Ouest de la France, dans le cas où leur présence y serait définitivement confirmée. La première a une grande extension verticale en Bohême ; apparue dans d^2, elle se continue jusque dans d^3 et d^4. Il en serait de même en Bretagne ; en effet, *T. Goldfussi*, d'après MM. Lebesconte et de Tromelin, se trouve dans le grès de Bas-Pont, près Vitré, c'est-à-dire à un horizon qu'ils placent au sommet du grès de May et se poursuit jusque dans les schistes ardoisiers supérieurs de Riadan et de Renazé, où il est associé à *T. ornatus*, que ces auteurs déclarent caractéristique de ce niveau. Les différences spécifiques sur lesquelles ils se sont appuyés pour séparer les deux espèces ont été plutôt empruntées à Barrande (1), qu'établies d'après des spécimens armoricains. Ces différences sont les suivantes :

(1) Barr. Loc. cit. T. I, p. 626.

Le limbe a un contour arrondi dans *T. Goldfussi*, tandis qu'il forme une courbe aplatie dans *T. ornatus* ; de plus, cette partie de la tête est fortement inclinée chez le premier ; chez le second, au contraire, elle est presque horizontale sur toute son étendue et porte, vers la périphérie, un bourrelet sur lequel se trouve une rangée de perforations. Les pointes génales sont aussi plus divergentes dans *T. ornatus*, et enfin, la longueur de la tête serait moindre par rapport au corps dans cette dernière espèce.

Nous avons tenu à rappeler ces caractères qui pourront servir à vérifier les dénominations faites jusqu'à ce jour, et à établir si on doit réellement ajouter les deux espèces de Bohême à la liste des *Trinucleus* du massif armoricain.

Dans tous les cas, si véritablement elles se trouvent concurremment avec *T. Pongerardi*, on constatera que cette espèce est beaucoup plus rapprochée de *T. Goldfussi* que de *T. ornatus*, à laquelle de Tromelin songeait à la réunir, n'étant point arrêté par le caractère de la bifurcation des pointes génales, puisqu'il le considérait comme accidentel. Les deux espèces ont un limbe ayant un même contour arrondi et un même renflement submarginal sur lequel se continuent les petites cavités répandues à sa surface.

Limbe. — Le limbe des *Trinucleus*, dont le développement est si grand et si remarquable dans la majeure partie des formes, possède une autre particularité qui paraît être encore plus constante et plus caractéristique, car elle existe dans toutes les espèces, même dans celles dont le limbe atrophié ne figure plus que de chaque côté de la tête (*T. bucculentus* Angelin) : nous voulons parler des nombreuses cavités alvéolaires décrites ci-dessus et qui sont répandues sur toute la surface du limbe et de sa doublure. Ce caractère, qui se retrouve également, quoique moins accusé, dans deux genres voisins *Dionide* et *Harpes*, est exceptionnel parmi les Trilobites.

Ces cavités du limbe ont tout spécialement appelé l'attention des auteurs qui ont décrit et figuré des *Trinucleus*, et jusqu'ici elles ont toujours été considérées comme constituant de véritables perforations traversant le limbe de part en part et rejoignant celles de la doublure ; ces dernières sont en effet analogues à celles du limbe, de même nombre, et disposées de façon à leur être directement opposées.

Cette interprétation d'un limbe complètement perforé a été proposée pour la première fois, en 1791, par G. Lindacker, qui y signale l'existence de *points creux* lui donnant l'aspect d'un grillage *(gegitterte)*.

En 1839, Murchison (Silur. Syst., p. 659) appela de nouveau l'attention sur la perforation du limbe par les pores marginaux, particularité si grande parmi les Crustacés, qu'elle l'aurait engagé à adopter pour ce genre le nom de *Tretaspis* (*bouclier perforé*), si le nom de *Trinucleus* n'eût pas existé (1).

Beyrich (1846) insiste sur la singularité de cette conformation, et l'année suivante, Salter et Marie Rouault donnent concurremment de nouvelles descriptions appuyées par des figures et des coupes ayant pour but de démontrer l'existence de véritables perforations allant du limbe à la doublure (2).

Barrande ayant à son tour affirmé que « les perforations qui ornent le limbe le traversent de part en part », et ayant donné une figure à l'appui de cette opinion (pl. 29, fig. 8), celle-ci fut naturellement adoptée par tous les auteurs et reproduite dans tous les manuels.

Le professeur Lovén (1845), avec sa sagacité accoutumée, fut le seul à entrevoir la vérité et il décrivit le limbe comme étant orné de *cavités* ou *alvéoles*, que malheureusement il ne put observer intactes.

Parmi les auteurs ayant cherché à prouver la perforation du limbe des *Trinucleus*, Salter (3) est un de ceux qui ont été le plus affirmatifs; non seulement il a voulu à l'aide de coupes démontrer l'existence de ce caractère, mais il a essayé d'en donner la marche évolutive. Pour lui, le limbe formant le disque plat des *Harpes* est la forme simple de ce type; puis ce disque se plisse en donnant naissance à une série de bourrelets et de sillons rayonnants au fond

(1) Le terme *Tretaspis* a été depuis employé par M' Coy (1849. *Ann. Nat. Hist.*, I, p. 410, et 1855, Brit. Pal. Fos., p. 146) pour certains *Trinucleus* ayant un tubercule oculaire distinct et une ligne oculaire coupant le bord postérieur, sans amener de séparation dans les différentes parties de la tête, ainsi qu'une glabelle avec des sillons latéraux bien accusés et un thorax composé de cinq segments. Ces caractères ayant été reconnus depuis, les uns comme accidentels, les autres comme étant le résultat de l'âge, le genre *Tretaspis* a été abandonné ; toutefois, tout en reconnaissant que la diagnose générique donnée par M' Coy devait être modifiée. MM. Nicholson et Etheridge (Silur. Fos. of Girvan District. Fasc. II, 1880, p. 190) ont proposé de conserver ce nom pour désigner le groupe des *Trinucleus* qui ont la glabelle lobée par suite de la présence de sillons latéraux bien accusés.

(2) Pour Marie Rouault, les perforations sont si nettes qu'il les compare à de petits tuyaux en forme de sablier. Quant à l'intérieur du limbe, « il a été », croit-il, « complètement vide, et chacun des petits tubes qui le traversaient d'une face à l'autre, jouant le rôle de piliers, maintenaient constamment la forme de cet organe qui joue très probablement le rôle de flotteur ». *B. S. G. F.*, 2e Sér., t. IV, p. 312.

(3) Salter, 1847. On the structure of Trinucleus. *Journ. Geol. Soc. Lond.*, vol. III, p. 251.

desquels apparaissent les perforations (*T. fimbriatus*) ; ces plis rayonnants peuvent venir à disparaître et les perforations rester seules, comme dans la majeure partie des *Trinucleus*, ou au contraire s'exagérer, et se rejoindre en formant des prolongements spiniformes qu'on ne rencontre jamais, dit-il, dans ce dernier genre, mais qu'il signale dans *Acidaspis*. Telle était pour Salter l'évolution fort hypothétique du reste de ce caractère.

Woodward (1), qui admettait également les perforations du limbe, s'appuyait sur le développement des Limules pour démontrer que la marche indiquée par Salter avait au contraire lieu en sens inverse et que le limbe des *Trinucleus* devait avoir été primitivement digité et ensuite graduellement fermé.

Certains Trilobites américains détachés du genre *Dalmanites* et récemment décrits et figurés à titre de sous-genres (2) peuvent paraître, au premier abord, donner une apparente confirmation à la théorie de Woodward. En effet, dans ces formes où on voit aisément le mode de formation et les modifications des processus du limbe, ceux-ci dans certains cas finissent par se réunir par leurs bords et simulent ainsi de véritables perforations. Dans le genre *Chasmops*, (fig. *e*), ces processus se trouvent à l'état le plus rudimentaire, étant réduits à de simples renflements du limbe ne dépassant pas le bord (*C. anchiops*) ; dans *Hausmannia pleuroptyx*, au contraire, ils se développent un peu marginalement et donnent au bord frontal un contour légèrement ondulé (fig. *f*). Ces ondulations devien-

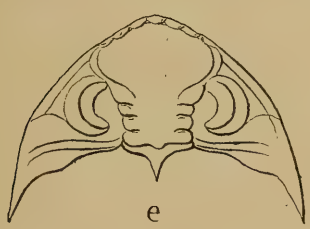


Fig. *e*. — *Chasmops anchiops* Green.

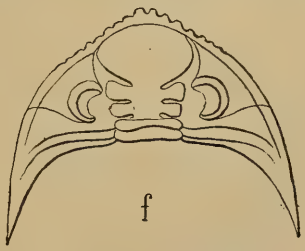


Fig. *f*. — *Hausmannia pleuroptyx* Green.

nent spiniformes et envahissent tout le pourtour du céphalothorax dans *Corycephalus dentatus* (fig. *g*). Dans une autre espèce du même genre, *C. regalis*, celles-ci s'accroissent en largeur, deviennent subcarrées et évasées au sommet, prenant ainsi une disposition

(1) Woodward, 1878, Brit. Crust. Merostom. Part. V, p. 218, *Paleont. Soc.*
(2) Hall et Clarke, 1888. *Pal. of N. Y.*, vol. VII.

crénelée (fig. *h*). Ce caractère s'exagère encore dans *Odontocephalus Ægeria* dont les prolongements du limbe se rapprochent de façon à se toucher par leurs angles en laissant entre eux des lacunes

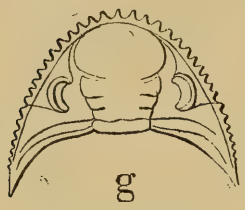


Fig. *g.* — *Corycephalus dentatus*, Barrett.

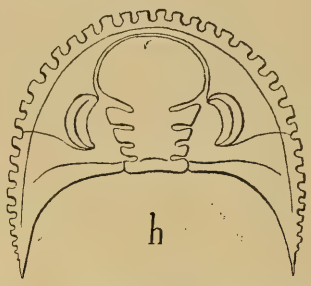


Fig. *h.* — *Corycephalus regalis* Geen.

ovalaires ou piriformes (fig. *i*) ; ces lacunes constituent une série de perforations marginales que l'on pourrait être tenté d'homologuer avec les cavités soi-disant ouvertes des *Trinucleus*, quoiqu'il existe entre elles une différence fondamentale puisque la fusion des bords n'a jamais lieu et que la carapace, en ces points, n'est jamais continue ; d'autant plus que si cette dernière circonstance se produisait, l'animal, étant donné la place de la suture, ne pourrait plus au moment de la mue se dépouiller de sa carapace.

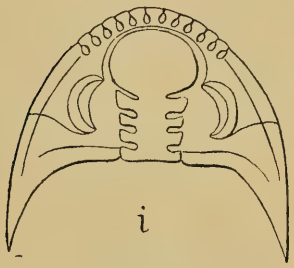


Fig. *i.* — *Odontocephalus Ægeria* Hall.

Il nous a semblé intéressant de rappeler ici les diverses hypothèses relatives à la genèse des prétendues perforations ; Barrande, ainsi que nous l'avons dit, a considéré les cavités de la carapace comme étant véritablement perforées, et il a constaté avec sa précision habituelle, l'ordre suivant lequel celles-ci ont apparu. D'après l'observation directe de jeunes *Trinucleus* dont il a pu étudier des individus ne mesurant pas plus de 1^{mm} de long, on voit qu'au début le limbe linéaire ne porte aucune cavité ; celles-ci n'apparaissent que plus tard et se multiplient par rangées circulaires dont le nombre s'élève jusqu'à 4 au droit du front. Ces cavités augmentant en grandeur et en profondeur au fur et à mesure qu'elles s'éloignent des lobes frontaux, on est en droit de conclure que celles qui sont à la périphérie sont les plus anciennes, et que

les dernières apparues, beaucoup moins développées, sont situées près de la glabelle.

Quant au caractère perforé de ces cavités, qui serait exceptionnel parmi les Trilobites, que l'on ne rencontre chez aucun Crustacé vivant ou fossile d'après les renseignements que M. Milne-Edwards a bien voulu nous donner, et qu'il est d'ailleurs fort difficile d'admettre à priori, il méritait d'être étudié à nouveau. L'examen minutieux de certains échantillons de *T. Bureaui*, en bon état de conservation, ainsi que les preuves fournies par l'étude de coupes faites suivant diverses directions, nous ont clairement démontré qu'il est illusoire et que les cavités ne sont pas de véritables perforations.

Lorsqu'on regarde le limbe ou la doublure d'un Trinucleus dont le tégument a été conservé, on constate que c'est ce même tégument qui s'invagine pour former les cavités, au fond desquelles on l'aperçoit distinctement, restant toujours continu sans laisser aucune interruption sur son parcours. Ce caractère est, il est vrai, masqué fort souvent par des fragments de schistes ou de grès détachés du moule externe et restés à l'intérieur des cavités de façon à leur donner la fausse apparence de perforations véritables, dans lesquelles auraient pénétré de chaque côté pour se rejoindre au centre, les éléments de la roche dans laquelle le Trilobite était enfermé. Cette absolue continuité du test est encore rendue plus évidente sur la face interne du limbe ou de la doublure, lorsqu'on peut séparer ces deux pièces l'une de l'autre ; dans ce cas, le tégument est hérissé de petites saillies conoïdes, au sommet desquelles il n'existe aucune trace d'ouvertures. Ce fait, que nous avons observé maintes fois, n'est toutefois bien concluant que si le test est dans un état de conservation suffisant ; celui-ci, dans les spécimens d'Andouillé, étant transformé en silice souvent pulvérulente, il en résulte que les sommets des cônes s'effritent, et que le tégument paraît alors perforé.

Les moules externes viennent également confirmer la non-perforation du limbe : dans ceux-ci, tant du côté ventral que du côté dorsal, les cônes saillants qui reproduisent en sens inverse les cavités, ne montrent jamais de brisure à leur sommet indiquant l'ablation d'un prolongement quelconque. Toutefois cette observation seule n'eût évidemment pas suffi à démontrer l'absence d'une communication entre les cavités dorsales et ventrales, car on aurait pu objecter que le canal qui reliait celles-ci pouvait être si ténu que la roche n'avait pu y pénétrer et qu'ainsi l'empreinte n'en avait pas été conservée.

Une autre preuve de l'absence de l'indépendance des cavités entre elles nous a été fournie par un fragment de roche (fig. *j*), dans lequel est engagé un céphalothorax de *Trinucleus*, sectionné suivant un plan perpendiculaire au limbe. Les moulages des cavités dorsales et ventrales sont représentés par des saillies en forme de troncs de cône dont les petites bases sont situées les unes vis-à-vis

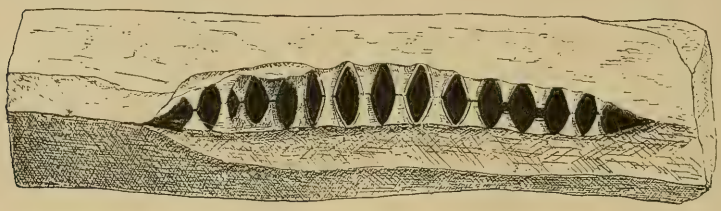


Fig. *j*. — Coupe transversale d'un moule externe du limbe de *T. Bureaui*. Gros. 3/1.

des autres, sans toutefois se toucher. Quelques-uns de ces troncs de cône sont brisés accidentellement ; la carapace a disparu partout, sauf sur quelques points où elle recouvre encore les saillies conoïdes. Nous ferons observer que tout l'espace compris entre le limbe et la doublure est vide, l'argile n'ayant pas pénétré entre ces deux lamelles; cette dernière circonstance a évidemment favorisé, dans la compression subie par la roche, le rapprochement de ces deux parties du céphalothorax, mettant ainsi en contact les sommets des cônes. La distance comprise entre ceux-ci dans la figure ci-dessus, correspond au tégument dorsal et au tégument ventral, mais ceux-ci devaient être primitivement beaucoup plus écartés l'un de l'autre pour laisser la place suffisante aux parties molles de l'animal.

On sait, en effet, que dans les Crustacés, dont les téguments ont été étudiés tout récemment au point de vue histologique par M. Witzou, la carapace comprend, outre la couche solide calcifiée qui est de beaucoup la plus épaisse, une autre couche bien plus mince, lamelleuse, située à la base de la première et qui, étant simplement chitineuse, a échappé pour cette raison à la fossilisation. De plus, à la partie interne, on trouve un épithélium chitinogène, et enfin une couche de tissu conjonctif plus ou moins développée suivant les points, dans l'épaisseur de laquelle sont logés les vaisseaux et les nerfs, et qui ne peut faire défaut. Toutes ces couches existant forcément sur toute la face interne du limbe et de la doublure, on est forcé d'admettre que l'espace qui sépare, dans notre

figure, les sommets des cônes, a été diminué par la pression, et par suite, que non seulement le limbe n'était pas perforé de façon à constituer des tubes creux formant piliers à l'intérieur, mais encore que les sommets des saillies conoïdes correspondant aux cavités dorsales et ventrales devaient être suffisamment distantes pour pouvoir loger les couches dont nous venons de parler.

Nous donnons une autre figure (*k*) représentant une section traversant le céphalothorax suivant une direction oblique par

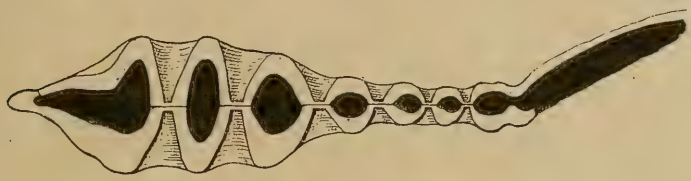


Fig. *k*. — Section transversale du limbe de *T. Bureaui*. Gros. 12/1.

rapport à l'axe, et coupant une des joues pour se rendre à l'un des angles antérieurs du limbe. Nous donnons également une coupe traversant obliquement un des angles frontaux (Fig. *l*). D'après ces deux figures, comme d'après les précédentes, on voit que par

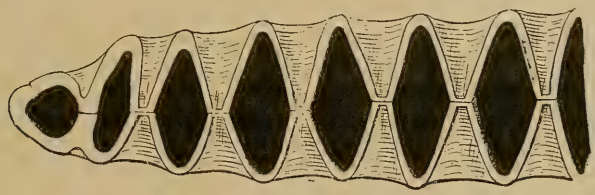


Fig. *l*. — Section oblique du limbe de *T. Bureaui*. Gros. 8/1.

suite de la malléabilité de la roche, et de la forte compression qu'elle a subie, les sommets des aspérités internes du limbe et de la doublure se sont rapprochés de façon à être en contact sans que l'argile se soit interposée; en conséquence, le moule interne, ainsi que l'indique la coupe, n'est pas continu, mais est interrompu entre ces saillies de telle sorte que si on l'examine isolément, séparé des téguments dorsaux et ventraux, il se présente comme une sorte de tamis avec de véritables trous. Nous insistons sur ce fait, parce qu'on pourrait, si l'on ne tient pas compte de ce phénomène de moulage partiel, conclure de la perforation du moule interne à la perforation du limbe lui-même.

D'un autre côté, si l'on examine ce limbe resté associé à sa dou-

blure, on constate souvent l'existence de trous très nets passant de l'un à l'autre, mais dans ce cas, ces perforations sont simplement le résultat de la disparition de la partie du tégument qui occupait la partie profonde des cavités. Celui-ci n'a du reste pas toujours entièrement disparu et on en retrouve facilement des traces en brisant l'échantillon perpendiculairement au plan du limbe, on constate alors l'existence d'une crête ténue formant par sa saillie entre les cavités dorsales et ventrales, une véritable cloison. Nous n'avons malheureusement pu arriver à y distinguer les deux couches appartenant l'une au limbe, l'autre à la doublure ; la ligne qui marque cette division dans nos figures (*k* et *l*) est donc schématique, mais nous avons cru devoir quand même l'indiquer puisque forcément elle existait. Quant à la suture, on la voit très distinctement sur les coupes transversales.

Suture. — Chez les *Trinucleus*, comme d'ailleurs chez les autres Trilobites, on rencontre presque toujours isolés, non seulement le pygidium, les anneaux du thorax et le céphalothorax, mais aussi les différentes pièces qui constituent cette dernière partie de la carapace. On se trouve ainsi en présence de fragments dissociés, soit au moment d'une mue, soit, mais plus rarement, après la mort de l'animal. Pour la tête, la division a lieu suivant la ligne de suture ; nous ferons remarquer, à cette occasion, combien le terme de suture, employé par tous les paléontologistes et par nous-mêmes, est impropre, puisqu'il désigne une *ligne de déhiscence,* ne présentant aucune trace de soudure ; cette ligne, appelée évidemment à faciliter le dépouillement de la carapace céphalique, est toujours en relation avec les yeux lorsque ces organes existent et qu'ils se présentent sous la forme d'yeux composés ou agrégés ; aussi est-elle désignée, par certains auteurs anciens, sous le nom de *suture oculaire ;* la place qu'elle occupe entre le lobe palpébral, qui reste attaché à la joue fixe et la surface oculaire qui fait toujours partie de la joue mobile, rend ainsi la préservation des yeux mieux assurée au moment où les téguments se détachent et sont abandonnés par l'animal. Ce rôle est rendu très évident chez les Trilobites dont l'œil est très saillant et devient pédonculé, comme chez certains *Acidaspis ;* on voit alors la suture remonter le long de ce grand prolongement pour suivre la même marche, permettant ainsi la séparation du lobe palpébral et de la surface oculaire, et par suite facilitant le dégagement de l'œil.

Les relations qui existent entre les yeux et la suture sont donc indéniables ; aussi voit-on celle-ci se déplacer avec eux et les con-

tourner étroitement, quelle que soit leur position ou leurs dimensions.

Chez les Trilobites aveugles, la suture n'ayant plus de rôle spécial à jouer, tend à devenir de plus en plus marginale, augmentant ainsi la surface de la joue fixe au détriment de la joue mobile qui s'atrophie et se réduit bientôt à une surface linéaire. Ce déplacement de la suture vers la périphérie du céphalothorax est surtout très frappante lorsqu'on examine comparativement deux espèces, l'une, pourvue d'yeux, *C. striatus;* l'autre, sans trace d'organe oculaire, *C. Sulzeri*, si voisines de par ailleurs, que Barrande les réunissait dans le même genre *Conocephalites*, par suite de la similitude de leurs autres caractères (1). Chez l'une la suture qui est marginale au front, rentre vers l'intérieur pour aller rejoindre l'œil ; chez l'autre, elle décrit une courbe régulière, sans aucune sinuosité, restant constamment sur le bord du bouclier céphalique. De même chez *Ampyx* la place non encore marginale que la ligne suturale occupe, indique la marche qu'elle va suivre graduellement en s'avançant vers la périphérie ; elle atteint chez *Trinucleus* le pourtour de la tête, sauf aux pointes génales, dernière modification qui se trouve réalisée chez *Harpes*, où cette évolution est le plus accusée.

Cette marche que nous pourrions retrouver chez maintes autres formes, montre que la suture de *Trinucleus*, à laquelle on a donné un nom spécial (*suture marginale*) pour la distinguer de la suture dite *faciale*, n'est qu'une modification de celle-ci par déplacement. Cette évolution chez *Harpes* où cette ligne contourne les pointes génales permet à celles-ci de se séparer, lorsque l'animal abandonne sa carapace, en deux parties, l'une dorsale, faisant corps avec le bouclier céphalique, l'autre ventrale, réunie à la doublure.

Chez les Décapodes Brachyures, qui possèdent également une ligne suturale pour la séparation des pièces du céphalothorax, on retrouve celle-ci mais reportée à la face ventrale : le tergum représentant la joue fixe des trilobiles et les épimères les joues mobiles.

Yeux. — Chez les Trinucleus de l'Ouest de la France dont nous avons pu examiner des exemplaires bien conservés et ayant leur

(1) Ces deux formes ont depuis été placées dans deux genres distincts ; le nom de *Conocephalus* Sternberg 1825 devant être abandonné, Thunberg l'ayant employé en 1812 pour un genre d'Orthoptère, on est revenu pour la première de ces deux espèces, *C. striatus*, au nom de *Ptychoparia* Corda 1847 ; pour la seconde, *C. Sulzeri*, désignée communément sous le nom de *Conocoryphe* Corda 1847, on devrait, d'après Vodges (Bibl. crust. Pal., p. 277) revenir au genre *Atops* Emmons 1844.

test presque intact, nous n'avons jamais constaté l'existence des tubercules dits oculaires qui ont été signalés chez certaines formes adultes : *T. seticornis*, *T. Bucklandi*, etc., Pour Barrande, ces petites protubérances indiqueraient l'existence d'un œil simple, analogue à l'un des yeux de *Harpes*. Nous ferons remarquer que ces tubercules paraissent souvent exister concurremment, sauf dans *T. carinatus*, avec un troisième tubercule qui occupe le milieu du lobe frontal. Cette disposition se rencontre dans : *T. Bucklandi*, *T. seticornis*, *T. cerioides*, *T. bucculentus*, *T. foveolatus*, *T. affinis* (1).

L'organe visuel des Trilobites a été étudié par J. Clarke (2), qui y reconnaît deux types différents de conformation ; dans l'un, auquel il donne le nom de *holochroal*, et qui comprend les genres *Asaphus*, *Illaenus*, *Proetus*, *Calymene*, etc., l'ensemble des lentilles est recouvert par une mince couche épithéliale lisse, continue, ou *cornée*, à travers laquelle les lentilles des *ommatidia* se voient par transparence ; chez l'autre (*Phacops*, *Dalmanites*) qu'il nomme *schizochroal*, la cornée est limitée aux surfaces des lentilles, laissant entre elles un espace occupé par un tissu réticulé ou *scléra* (= cornée opaque de Barrande) qui n'est que la continuation de la carapace (3).

(1) *Note ajoutée pendant l'impression.* — Dans un récent travail (avril 1895) sur la structure et les appendices des Trinucleus (*Amer. Journ. of Sc.* vol. XLIX, p. 307), M. Beecher a pu constater que sur les exemplaires de *T. concentricus* trouvés dans le célèbre gisement des environs de Rome (Etat de New-York) le tubercule oculaire et la ligne oculaire existaient chez tous les individus mesurant moins de 5mm de large ; après quoi, ces caractères se réduisent et disparaissent, ne laissant aucune trace chez les adultes. La ligne oculaire consiste en une grosse

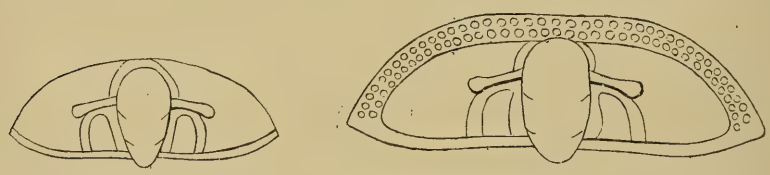


Fig. *m. n.* — Têtes de jeune *T. concentricus* Eaton. Gros 30/1, d'après Beecher.

nervure partant du sillon dorsal et se terminant en un renflement situé dans le centre des joues (fig. *m. n*); elle est si semblable à celle qui existe chez *Harpes* qu'il est permis de conclure à l'existence d'yeux dans le jeune âge des *Trinucleus*, ainsi qu'on le supposait déjà.

M. Beecher fait remarquer que la ligne oculaire, caractère larvaire chez les *Trinucleus*, se trouve chez les quatre cinquièmes des trilobites cambriens, et qu'elle tend à disparaître à l'époque dévonienne.

(2) J. Clarke, 1888. *Journ. of Morphol.*, vol. II, p. 253.

(3) L'auteur fait lui-même remarquer que le terme de *scléra*, qu'il emploie, tout en étant préférable à celui de Barrande, n'est pas sans prêter à la critique.

Ce groupement correspond à celui auquel était arrivé Barrande dans son étude sur les yeux des Trilobites.

Quant au troisième groupe, représenté pour Barrande par *Harpes* et peut-être par *Trinucleus*, si dans ce genre le caractère d'œil était définitivement reconnu aux tubercules des joues, Clarke songe à le réunir aux *schizochroaux* et à ne voir dans les yeux simples, peu nombreux de *Harpes* (1 à 3), qu'un cas particulier de ce groupe. Cet auteur a du reste une tendance à considérer le mode d'organisation des yeux dans les Trilobites, comme pouvant être ramené à un plan unique. En effet, entre les formes *holochroales* et *schizochroales*, on peut trouver un intermédiaire dans *Calymene senaria* qui, tout en possédant à l'âge adulte des caractères du premier groupe, c'est-à-dire en ayant des lentilles si petites qu'elles sont à peine visibles, montre au contraire chez les très jeunes individus, des lentilles de taille relativement grande, rappelant beaucoup celles de *Phacops* ; de telle sorte qu'on pourrait considérer la petitesse des yeux des *holochroaux* comme résultant d'une juxtaposition des lentilles étroitement serrées les unes contre les autres, ne laissant entre elles aucun espace qui puisse être rempli par la carapace, et amenant ainsi la réunion des cornées en une seule lamelle recouvrant toutes les lentilles.

D'après le même auteur, les figures indiquant la structure des yeux chez les Trilobites, données du reste par Barrande comme très schématiques, sont trop loin de la réalité pour pouvoir être conservées. Les coupes ne montrent rien qui corresponde aux prismes parallèles figurés par Barrande à la base des lentilles, construction qui, d'ailleurs, s'éloigne de tout ce qu'on connaît chez les Arthropodes vivants et les lentilles elles-mêmes diffèrent essentiellement quant à leur structure et à leur forme de celles que représente Barrande.

Pour Clarke, chez les Trilobites du groupe des *schizochroaux*, les seuls sur lesquels il ait pu avoir des renseignements précis, les yeux sont agrégés et non à proprement parler composés.

La *scléra*, c'est-à-dire cette partie du test qui occupe l'intervalle entre les lentilles, n'est que le prolongement de la carapace, à laquelle elle appartient directement et dont elle possède tous les caractères ayant les mêmes granulations et les mêmes perforations. La *scléra* est toujours moins épaisse que le reste de l'enveloppe céphalique. Chez les individus âgés, par suite de l'accroissement de la *scléra*, les cavités où sont logées les lentilles deviennent hexagonales par compression et leurs bords font saillie rendant les ouvertures plus petites.

Ces lentilles sont en connexion avec la *scléra* qui les maintient par les bords, mais sans jamais faire corps avec elles. Elles sont inégalement biconvexes; leur face inférieure est plus bombée et présente en outre, au centre, une petite cavité sphéroïdale (cavité cornéenne postérieure) distincte de la cavité cornéenne proprement dite ou antérieure. Les lentilles ainsi constituées sont, pour ainsi dire, suspendues au-dessus d'un espace vide *(cavité ommatidiale)*, de forme tubulaire, qui devait sans doute être occupé dans l'animal vivant par les cônes cristallins. Le moule interne du céphalothorax reproduisant en sens inverse les reliefs et les creux des différentes parties de l'œil, on trouve dans la partie correspondante à la surface visuelle des rangées de petits cylindres saillants, un peu étranglés

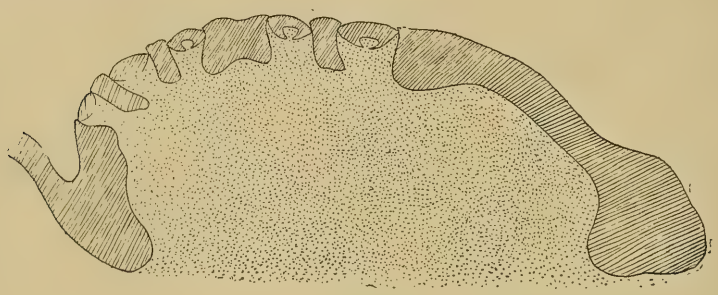


Fig. *o*. — Section traversant l'œil et les parties adjacentes de *Phacops rana*, montrant la continuité de la carapace céphalique avec la scléra interlenticulaire, la biconvexité des lentilles et la profondeur des cavités ommatidiales. Une dépression située à la face interne de la carapace, à droite des lentilles bien développées, semble indiquer la place de futurs ommatidia. Gros. 13/1, d'après Clarke.

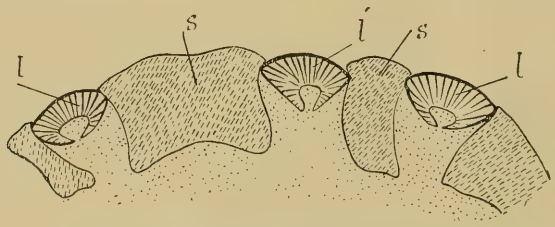


Fig. *p*. — Trois lentilles de la coupe précédente plus grossies; *l*, lentilles; *s*, scléra. Gros. 21/1, d'après Clarke.

à leur base, qui correspondent aux cavités ommatidiales ; ils sont cupuliformes au sommet, par suite de l'empreinte laissée par la base de la lentille, et au centre, si le moulage est complet, on voit une petite sphère provenant du remplissage de la cavité cornéenne postérieure.

M. Clarke a observé sur des moules internes qu'aux extrémités des rangées de lentilles bien développées, on trouvait parfois de très petites lentilles qui ne devaient pas être visibles à l'extérieur ; il en a conclu que celles-ci apparaissaient d'abord sous la carapace, laquelle s'amincissait graduellement par suite d'une évagination de la surface interne, accompagnée d'une invagination correspondante mais moins développée de la surface externe. A cet égard, nous pensons que le fait peut plutôt s'expliquer par une modification dans la nature des cellules épithéliales chitino-calcigènes, celles-ci au moment de la mue cessant leur sécrétion à la place occupée par la lentille, tandis que les cellules voisines continuent de remplir ces fonctions ; il en résulte, par suite de l'épaississement de la carapace, une cavité qui deviendra la cavité ommatidiale.

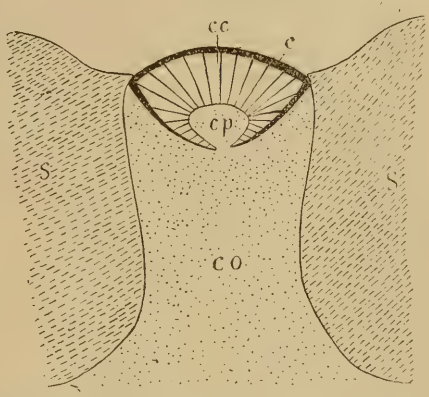


Fig. *q*. — Une lentille (*l*) très grossie, enchâssée dans la scléro (*s*) ; *c*, cornée ; *cc*, cavité cornéenne ; *cp*, cavité cornéenne postérieure, *co*, cavité ommatidiale, d'après Clarke.

Quant à la cornée, le même auteur pense qu'elle est sans doute le résultat d'une transformation de l'épithélium cuticulaire.

A l'extérieur, les lentilles disposées en séries verticales alternantes formant des quinconces, augmentent en nombre avec l'âge et apparaissent suivant un ordre déterminé : les dernières constituées occupent toujours l'angle antéro-supérieur de la surface visuelle. Dans les individus âgés le nombre des lentilles diminue graduellement.

Enroulement. — L'enroulement des Trilobites ayant évidemment pour but de protéger les membres et les organes ventraux, l'animal en opérant ce mouvement tendait à se clore aussi complètement que possible. La conformation du céphalothorax et du pygidium, ainsi que celle des anneaux de l'abdomen et leur mode d'articulation entre eux, influaient naturellement sur la forme que prenait le Trilobite en s'enroulant sur lui-même. Marie Rouault est le premier qui ait appelé l'attention sur le mode particulier de reploiement du pygidium des Trinucleus, qui, dans l'enroule-

ment complet, se trouve englobé entre l'abdomen et le céphalothorax refermés eux-mêmes l'un sur l'autre.

Barrande a désigné ce mode d'enroulement sous le nom d'enroulement discoïde. Nous renvoyons à cet égard à l'étude très détaillée et très complète qu'il a faite sur l'enroulement en général, ainsi qu'aux publications récentes de M. Pompecki sur ce sujet.

Plusieurs de nos spécimens présentent l'enroulement normal décrit d'abord par Rouault et après lui par Barrande, c'est-à-dire que le pygidium est replié à plat contre l'abdomen qui à son tour vient s'appliquer contre le céphalothorax, l'animal se trouvant ainsi trois fois replié sur lui-même. C'est ce que Barrande désigne sous le nom d'enroulement discoïde du second degré, d'après lui, le plus complet qui puisse exister; c'est également celui des *Harpes* et des *Ampyx*.

Dans quelques autres spécimens observés (fig. 22), les premiers anneaux qui suivent le céphalothorax sont seuls reployés et l'abdomen et le pygidium restant en continuité l'un avec l'autre, viennent ensemble se placer à plat contre la tête dont le limbe sert d'encadrement au pygidium.

Barrande a signalé cette forme d'enroulement où l'animal se trouve seulement replié deux fois, dans *Conocoryphe Sulzeri*, *Sao hirsuta*, *Arion ceticephalus*, et le désigne, comme étant moins complet que l'autre, sous le nom d'enroulement du premier degré.

Le fait que ces deux modes de reploiement existent concurremment dans *Trinucleus* montre qu'il n'y a pas lieu de les séparer et qu'ils correspondent simplement à un état d'enroulement plus ou moins prononcé de l'animal.

Distribution. — Le genre *Trinucleus*, n'ayant jusqu'ici jamais été signalé ni dans le Cambrien, ni dans le Gothlandien, sauf une exception à la base de celui-ci en Angleterre (1) peut être considéré comme caractéristique de l'Ordovicien ; les espèces y sont assez abondantes et ont évolué assez rapidement pour servir à fixer cer-

(1) On a en effet cité à la base du Silurien supérieur d'Angleterre, dans les schistes de Stockdale (Llandovery inférieur), des couches de passage qui contiennent un mélange de formes ordoviciennes et gothlandiennes dans lesquelles on trouverait encore un *Trinucleus*, le *Trinucleus fimbriatus*, de l'horizon du Llandeilo. Ce fait, s'il vient à être confirmé, est tout à fait remarquable étant donné en général la faible extension spécifique verticale des *Trinucleus*, attendu que l'espèce en question fait défaut parmi les Trinucleus de l'horizon supérieur au Llandeilo, c'est-à-dire dans l'horizon de Caradoc, et que le niveau de Hirnant superposé à celui-ci et qui clôt la série ordovicienne ne contient aucune espèce de ce genre.

tains sous-étages, et même certains niveaux. Le limbe et les pointes génales dont la forme est si caractéristique de ce groupe, ont eu par suite de leur développement excessif, comme une sorte de malléabilité qui leur a permis de se modifier assez facilement, fournissant ainsi d'excellents caractères spécifiques.

L'évolution des *Trinucleus* a dû être également aidée par la faculté qu'ils possédaient de résister aisément aux changements qui se produisaient dans la sédimentation ; en effet, ce sont parmi les Trilobites, ceux qui se sont accommodés le mieux de tous les fonds et ceux dont on retrouve les téguments dans les roches les plus diverses : grès grossier, grès fin, schistes, calcaires.

MM. Munier-Chalmas et de Lapparent ont montré, pour l'Angleterre, quel service pouvait rendre dans la chronologie de l'Ordovicien, la distribution verticale des espèces de ce genre. Nous donnons d'après ces auteurs (1) et d'après Wodward (2) la liste des formes qui se succèdent depuis la base de cet étage jusque vers son sommet.

5 Hirnant		
4 Bala et Caradoc....		*Tr. seticornis*, *T. caractaci* (= *concentricus*) (3) Murch., non Eaton.
3 Llandeilo.....	b.	*Tr. fimbriatus*.
	a.	*Tr. favus*, *T. Lloydii*.
2 Llanvirn.....		*Tr. Etheridgii*, *T. Ramsayi*.
1 Arenig.....	b.	*Tr. Gibsii*.
	a.	*Tr. Sedqwicki*, *T. Murchisoni*.

(1) Munier-Chalmas et de Lapparent, 1894. Nomenclature des Terrains sédimentaires. *B. S. G. F.*, 3e Sér., t. XXI, p. 443.

(2) Woodward, 1887, Geol. of England, p. 67 et suiv.

(3) Le nom de *Tr. concentricus* Eaton, qui figure en général dans les listes des géologues anglais, doit être remplacé par celui de *Tr. caractaci* créé par Murchison en 1839 (Siluria 1er Ed.) pour l'espèce de Bala et de Caradoc. En comparant les figures données successivement par Eaton, Green, Hall, etc., on reconnaît que la forme américaine ne peut être identifiée avec celle des Iles Britanniques. Le nom de *Tr. ornatus*, qui a été donné également dans certains cas à cette dernière, ne saurait davantage lui convenir, car, bien que voisine de l'espèce de Bohême, elle peut facilement en être distinguée.

Cette différenciation avait déjà été indiquée par M'Coy (1855, Brit. Paleoz. fos., p. 144), mais les caractères signalés par cet auteur ne seraient pas suffisants pour la prouver, car il s'appuie sur le nombre des rangées de cavités du limbe, caractère qui varie avec l'âge, et sur celui des anneaux de l'abdomen, qui, comme on le sait, sont toujours à l'âge adulte invariablement au nombre de 6. La principale différence consiste dans le contour frontal du limbe et dans la forme de la glabelle.

En Bohême également, bien que chaque division de l'Ordovicien (= D) ne soit pas caractérisée par une espèce spéciale, on retrouve cependant une série non interrompue de *Trinucleus* répartis dans les différents niveaux de cet étage : *T. Reussi* appartient exclusivement à d^1 ; avec d^2 apparaît *T. Goldfussi* qui remonte jusqu'en d^5 ; *T. ornatus* existe concurremment avec l'espèce précédente dans d^3 et d^4 ; et enfin dans d^5 se rencontrent *T. ultimus* et *T. Bucklandi*.

Si l'on représentait par une courbe, la marche du développement du genre *Trinucleus* depuis son apparition jusqu'à son extinction, on remarquerait que c'est vers la partie supérieure de l'Ordovicien que se trouve le maximum d'extension spécifique et individuelle de ce genre.

En Angleterre, en effet, les couches dites *couches à Trinucleus* appartiennent au sous-étage de Bala et de Caradoc. De même en Suède, l'horizon à *Trinucleus* (*Regio Trinucleorum* d'Angelin) dans lequel se trouvent groupées la plupart des espèces scandinaves (8 sur 9), correspond également à ce même niveau.

Nous ferons remarquer combien sont exceptionnelles, malgré l'abondance des formes, les espèces communes à deux régions. Barrande avait bien songé à rapprocher le *T. Bucklandi* de Bohême, du *T. seticornis* des régions du Nord, mais il est impossible de considérer ces deux espèces comme identiques, et les figures données par MM. Nicholson et Etheridge (Silur. Fos. of Girvan District, pl. XIII, fig. 13-20) montrent que les formes d'Angleterre désignées sous le nom de *T. seticornis* var. *Bucklandi* doivent être séparées spécifiquement.

T. seticornis a été signalé à Gembloux, dans les Ardennes.

Dans l'Ouest de la France, la présence du genre *Trinucleus* est indiquée, pour la première fois, par Marie Rouault (1), qui décrivit et figura une forme nouvelle, *T. Pongerardi*, provenant des schistes de Poligné. Plus tard, Dalimier (2) signala dans le Cotentin, à la Sangsurière, des schistes renfermant un *Trinucleus* qu'il rapporta à *T. ornatus* (3), et que, pour cette raison, il plaça dans la partie supérieure de l'étage D (Ordovicien). Il fut confirmé dans cette manière de voir : 1° parce que ces couches sont au-dessus du grès

(1) Marie Rouault, 1847. Mém. Tril., Ille-et-Vilaine. *B. S. G. F.*, 2e Sér., t. IV, p. 311, pl. III, fig. 1.

(2) 1861. Strat. terr. prim. Cotentin, p. 76.

(3) Le nom de *T. ornatus*, Sternberg, est toujours cité ici d'après les indications des auteurs; nous n'avons pu, par suite de l'absence ou de l'insuffisance des matériaux, vérifier si l'espèce de Bohême existe réellement dans le massif armoricain.

à *Orthis redux;* 2° parce qu'elles ne renferment pas de *Calymene Tristani.*

Quelques années après, Bonnissent (1), partageant les vues de Dalimier, décrivit les schistes de la Sangsurière comme étant d'un bleu noir, variolés de grisâtre, et alternant parfois avec un grès micacé jaunâtre, friable, caractère pétrographique sur lequel nous insistons au passage, parce qu'il se reproduit fréquemment dans les couches terminales de l'Ordovicien, en Normandie, dans le Maine, et parfois aussi en Bretagne.

Dans l'étude sur les fossiles siluriens du massif armoricain par MM. de Tromelin et Lebesconte (2), ainsi que dans la note où le premier de ces auteurs a publié la faune du grès de May (3), c'est en vain que l'on cherche une notion précise sur la succession des niveaux dans la faune seconde. Les deux horizons ardoisiers, l'un à *Calymene,* l'autre à *Trinucleus*, y sont clairement établis et leur ordre de superposition nettement fixé, mais la place des grès de May par rapport à eux reste douteuse.

MM. de Tromelin et Lebesconte fournissent aussi quelques renseignements paléontologiques sur les *Trinucleus* du massif armoricain ; ces auteurs conservent le nom de *T. Pongerardi* à la forme décrite par Rouault et caractérisée par des pointes génales bifurquées ; toutefois, ils pensent que cette bifurcation est une rare exception, très irrégulière quant à sa place et à sa forme, et qui peut être due soit à une division fortuite, soit à la superposition partielle de deux pointes génales. Nous avons démontré comment on peut réfuter ces arguments en prouvant que les deux divisions sont l'une et l'autre normales.

A ces deux espèces ils ajoutaient *T. Goldfussi* et *T. ornatus* dont ils ont pu, disent-ils, reconnaître les caractères différentiels signalés par Barrande ; de telle sorte que le niveau de Riadan, Coësmes et Renazé possède trois espèces appartenant à ce genre.

Les coupes relevées par M. Lebesconte (4), dans l'Ille-et-Vilaine vinrent confirmer l'opinion de Dalimier et établirent définitivement la succession des couches de l'Ordovicien dans le massif armori-

(1) Bonnissent, 1870. Géol. Départ., Manche, p. 210.

(2) de Tromelin et Lebesconte, 1875, Catal. Fos. Silur. *Assoc. Fr. Av. des Sciences.* Congrès de Nantes, p. 648.

(3) de Tromelin, 1876. Etude de la Faune du Grès de May. *Bull. Soc. Linn. Norm.*, 3e Sér., T. 1, p. 5, 81.

(4) Lebesconte, 1881. Assises siluriennes d'Ille-et-Vilaine. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e Sér., T. X, p. 55.

cain ; cet auteur distinguait une assise schisteuse inférieure à *Calymene Tristani*, *C. Aragoi*, *Placoparia*, etc., et une assise schisteuse inférieure à *Trinucleus*, *Ampyx*, etc., séparées l'une de l'autre par un niveau gréseux correspondant au grès de May. Cette classification fut généralement adoptée, de telle sorte que la découverte si intéressante faite à Andouillé (Mayenne), par M. Bureau (1), montrant un Trinucleus associé à *C. Tristani* et à *C. Aragoi*, amenait naturellement l'auteur à conclure que dans cette localité le grès de May, accident arénacé dans l'Ordovicien, n'est pas venu troubler la sédimentation, et que la faune évoluant lentement sur un même fond vaseux montrait ainsi la persistance des *Calymene Tristani* et *C. Aragoi*, concurremment avec l'apparition du genre *Trinucleus* indiquant l'existence des schistes ardoisiers supérieurs.

Cette conclusion n'est vraie qu'en partie; car, s'il est exact de dire, avec M. Bureau, qu'à Andouillé, aucune assise gréseuse ne vient séparer l'horizon à *Trinucleus* de celui des schistes ardoisiers inférieurs, on ne saurait admettre que cette lacune corresponde au *grès de May*, c'est-à-dire à l'ensemble des couches exploitées dans cette localité.

On sait en effet que cette puissante masse est loin d'être homogène tant dans sa composition minéralogique que dans sa faune (2) : Vers le milieu il existe un niveau schisteux avec une faune spéciale, particulièrement intéressante pour nous puisqu'on y rencontre le genre *Trinucleus*; dans les grès sous-jacents on a déjà distingué deux horizons distincts, l'un, situé à la base, renfermant encore *Calymene Tristani*, l'autre dans lequel cette espèce n'a pas été retrouvée et qui est caractérisé plus particulièrement par *Homalonotus Vicaryi*, *H. serratus*, *H. Brongniarti*, *Plæsiacomia brevicaudata*, *Dalmanites incertis*; enfin les grès du sommet (Grès du Belvédère), ont comme espèces caractéristiques : *Conularia pyramidata*, *Homalonotus Deslongchampsi*, *Modiolopsis Morieri*, *M. prima*.

En attendant que ces différents horizons soient mieux connus, et mieux délimités, nous pouvons déjà étudier les caractères fournis par la faune des schistes à *Trinucleus*; M. Kerforne (3), qui a donné la liste des espèces trouvées à ce niveau et à qui nous devons la découverte de ce genre dans les carrières de May, a montré que, à l'exception de cette forme, la faune est semblable à celle des

(1) Bureau, 1883, Sch. ardoisiers et grès May. *Assoc. Fr. Avanc. Sc.*, p. 333.

(2) Bigot, 1891. Esquis. géol. Basse Normandie. *Bull. Lab. Géol. Caen*, t. 1, p. 51.

(3) Kerforne, 1893. Note sur l'Ordovicien de May-sur-Orne. *Bull. Soc. Sc. Méd. Ouest*, t. 11, p. 112.

schistes ardoisiers inférieurs (*Calymene Tristani, Plœsiacomia brevicaudata, Placoparia*, etc.) ; quant au *Trinucleus* lui-même il le rapporte à l'espèce des schistes ordoviciens supérieurs de Bretagne, c'est-à-dire à l'espèce de Riadan, près Poligné, ce qui lui fait synchroniser ce niveau avec les schistes à *Trinucleus* du Cotentin, avec les schistes et grès alternants de Pont-de-Caen qui surmontent près de Domfront les grès de la Haute Chapelle (grès de May), et enfin, avec les schistes à *Trinucleus* des environs de Séez. Le grès de May à *Conulaires*, du niveau supérieur, devient alors pour lui un équivalent des *grès culminants* ou *grès azoïques*, assise bien connue et définie qui supporte les ampélites et qui est généralement considérée comme la base du Silurien supérieur.

Tout récemment, dans des courses faites aux environs de Villaines pour le service de la Carte Géologique de France, nous avons également reconnu, au milieu de grès correspondant à l'ensemble des grès exploités à May, l'existence d'une petite assise de schistes noirs micacés contenant des *Ostracodes* ; bien que par suite de recherches trop rapides, nous n'ayons pu trouver la faune complète de cette assise, nous avons toutefois pu y faire des constatations suffisantes pour nous permettre de reconnaître que le fait signalé par M. Kerforne n'est pas isolé et qu'il se reproduit dans d'autres synclinaux. Nous pouvons citer en effet celui de Saint-Sauveur-le-Vicomte, où l'on distingue dans le grès de l'Ordovicien moyen deux niveaux spéciaux : celui des Moitiers d'Allonne à la base contenant à la Chibard et dans les carrières de la Roquette : *Calymene Tristani* et *Homalonotus Vieillardi ;* et celui de Romond, du Bosquet et de Valdecié, placé au sommet avec *H. Bonnissenti, Modiolopsis Munieri, M. prima, Conularia pyramidata*, c'est-à-dire avec la faune des grès de May (1) supérieurs.

Quant aux grès de Besneville (Manche), dans lesquels on a cité les fossiles des deux assises de May (2), il serait intéressant de vérifier si, ainsi qu'il est probable, les espèces y sont localisées dans deux niveaux distincts séparés ou non par une couche schisteuse à *Trinucleus*.

La découverte faite par M. Kerforne d'une faune spéciale à *Trinucleus* dans des couches schisteuses intercalées dans le grès de May, offre donc un vif intérêt au point de vue de la succession et de la subdivision des niveaux ordoviciens dans l'Ouest de la France ;

(1) Bigot, 1891. Esq. géol. Basse-Norm. *Bull. Lab. géol. Caen*, t. I, p. 141.

(2) Bigot, 1885. Excurs. géol. Soc. Linn. Norm. *Bull. Soc. Linn. Norm.*, 3e Sér. T. VIII, p. 7.

mais quant aux conclusions qu'en tire son auteur relativement au synchronisme de ces différents niveaux, nous ne pouvons les admettre. Nous ne pouvons admettre, en effet, que les schistes à *Trinucleus* intercalés entre les deux niveaux de May soient équivalents des schistes à *Trinucleus* de Riadan et de Séez, et que les grès à *Conulaires* soient de même âge que les grès du Silurien supérieur : 1° parce que le *Trinucleus* de May, nous paraît bien voisin de celui d'Andouillé, et qu'il est associé, comme dans cette dernière localité, à des espèces caractérisant les schistes ardoisiers inférieurs; 2° parce que le grès à *Conulaires* ne peut être un équivalent du grès du Silurien supérieur, étant donné qu'à May, cette assise est très éloignée des ampélites dont elle est séparée par une épaisse série de schistes verts et noirâtres dont la faune, il est vrai, n'a pas encore été trouvée, qui pourront contenir, ainsi que l'a prévu M. Bigot, les *Trinucleus* des schistes supérieurs, mais qui, en tous cas, n'appartiennent certainement pas au Gothlandien.

La coupe du synclinal de Villaines (Tranchée de Villeray), nous semble encore plus concluante à cet égard ; là, l'ensemble des grès de May, au milieu desquels se retrouve le petit niveau schisteux dont nous venons de parler, se termine par des grès jaunâtres tendres, puis par des schistes noirs micacés avec quelques bancs de grès intercalés qui doivent représenter les schistes à *Trinucleus* supérieurs ; ces dernières couches, qui ont plus de 100 mètres d'épaisseur, passent insensiblement au grès du Silurien supérieur réduit à quelques bancs, mais cependant nettement caractérisé par son faciès et encore plus par la présence des ampélites qui le surmontent directement.

C'est pourquoi, étant donné les coupures à établir dans le grès moyen de l'Ordovicien, nous préférons conserver le nom de *grès de May* aux couches supérieures (Belvédère) à *Conulaires* et à *Modiolopsis*, au-dessus desquelles devront se placer les schistes à *Trinucleus ornatus* et *T. Grenieri* de Normandie, ainsi que les ardoises à *T. Pongerardi* et *T. ornatus* de Bretagne.

A ce propos, nous devons faire remarquer que, dans le massif armoricain, les différentes assises de l'Ordovicien possèdent parfois, à défaut de fossiles, des caractères pétrographiques permettant de les distinguer sur le terrain. Le grès armoricain est trop connu pour qu'il soit besoin de le décrire à nouveau. Les schistes inférieurs à *C. Tristani* et ce grès, sont deux formations toujours associées l'une à l'autre, sauf naturellement dans les cas de faille ou d'érosion ; dans certains cas aussi les schistes occupant toujours

une dépression topographique, peuvent complètement disparaître sous des éboulis de grès ou être cachés par du limon. La base et surtout le sommet de ces schistes sont souvent gréseux, tandis que leur partie moyenne, de beaucoup la plus importante, a toujours un faciès franchement schisteux. On y a distingué déjà différents niveaux : celui des schistes oolitico-ferrugineux vers la base, celui des nodules argilo-siliceux vers le sommet. Ces nodules sont ordinairement pourvus de fossiles, mais dans certaines localités ils semblent n'en jamais contenir.

Les grès de l'Ordovicien moyen sont en général beaucoup moins quartzeux que le grès armoricain, parfois ils deviennent sableux. On y observe souvent de nombreuses diaclases, entrecoupant la stratification au point de la rendre confuse, et des sphéroïdes gréseux, volumineux, à couches concentriques se développant parfois dans la masse. Sa coloration est souvent rose ou plutôt violacée; de plus il est micacé et contient de petits fragments de schistes ardoisiers arrachés au niveau inférieur, lesquels forment comme de petites mouches dans sa pâte, caractère qui n'existe pas dans ce dernier grès, où les fragments de schistes provenant de couches contemporaines y constituent plutôt des sortes de galets plus ou moins nets. Les schistes ardoisiers supérieurs, difficiles à distinguer dans certaines localités (Renazé, Riadan, etc.), de ceux du niveau inférieur à *Calymene Tristani,* ont toutefois des caractères qui leur sont propres. Ils ne renferment pas de nodules; leur aspect est en général plus grossier que celui des schistes inférieurs; ils sont micacés, souvent gréseux, ou alternants avec des grès gris verdâtre ou de couleur sombre et passent à de véritables psammites ou à des grès, de telle sorte qu'au premier abord le niveau des schistes supérieurs à *Trinucleus* paraît manquer par suite de cette modification dans le faciès. Telle serait peut-être dans certains cas l'explication du fait signalé en Normandie, en Bretagne et en Anjou, par MM. Barrois, Bigot et Bureau, lesquels ont indiqué comme normal le dépôt des ampélites sur les grès de May, ou sur les grès du niveau de Saint-Germain-sur-Ille.

Quant au grès du Silurien supérieur, il est toujours très quartzeux, en général normalement noir, ne devenant blanc que par suite d'une décoloration qui envahit parfois toute la masse et parfois ne se produit que le long des fissures, les parties centrales restant grises ou même noires; cette assise est presque toujours peu épaisse et avec des bancs bien calibrés; au-dessus viennent les ampélites qui fournissent un moyen encore plus sûr de ne pas les confondre avec les autres grès.

L'Ordovicien, dans le massif armoricain, doit donc se subdiviser en un certain nombre d'assises, dont quelques-unes sont déjà reconnaissables par leur faciès, mais que leur faune sert naturellement plus encore à différencier, surtout lorsqu'on peut arriver à des déterminations spécifiques rigoureuses. C'est ainsi que la présence du genre *Trinucleus*, regardée jusqu'ici comme absolument caractéristique du niveau des schistes supérieurs, ne peut plus être considérée comme uniquement spéciale à cette assise, depuis que l'on y a reconnu plusieurs espèces, très distinctes de celles de Riadan et de Poligné, et occupant des niveaux très différents. *T. Bureaui* par exemple, par son association avec la faune des schistes inférieurs, indique un niveau bien moins élevé, ainsi que l'on peut s'en convaincre dans le gisement de Bel-Air, près Andouillé, où on le trouve concurremment avec *C. Tristani*, *C. Aragoi*, *Placoparia*, etc. Sur la route allant de cette dernière localité vers la Baconnière, nous avons constaté que les couches où il se trouve se relient étroitement aux schistes à *C. Tristani* proprement dits ; elles en occupent la partie supérieure, presque au contact des grès tendres de couleur jaunâtre qui, dans cette région, sont très développés, et représentent évidemment tout le reste de l'Ordovicien, puisque immédiatement au dessus de ceux-ci vient le grès du Silurien supérieur, puis les ampélites.

Le *Trinucleus* de May rencontré dans la couche schisteuse intercalée entre les deux assises de grès est bien voisin de celui d'Andouillé, et se trouve associé aux mêmes formes que dans cette dernière localité ; seulement la couche schisteuse qui le contient est séparée des schistes à *C. Tristani* proprement dits par l'assise inférieure des grès de May, qui ne seraient là qu'un accident gréseux développé localement.

Dans les grès tendres du Bas-Pont, près Vitré, M. Lebesconte a découvert aussi un *Trinucleus* qu'il rapporte au *T. Goldfussi* et qui pourrait peut-être servir à caractériser un troisième niveau intermédiaire entre les deux précédents. D'après cet auteur (1), les grès de Bas-Pont forment la partie supérieure des grès de la lande de Beaugé qui, eux-mêmes, couronnent les grès de St-Germain à *C. Bayani*, ensemble qu'il parallélise avec le grès de May (2).

(1) Lebesconte, 1893. Etude géol. Ouest Fr. *Bull. Soc. Sc. Méd. Ouest.* T. II, p. 171.

(2) Cette assimilation qui est vraie d'une façon générale demanderait à être précisée dans ses détails. Quant au synchronisme indiqué par l'auteur entre cette assise et le d^3 de Bohême, il nous semblerait peu satisfaisant d'admettre que tout

Nous sommes d'ailleurs arrivés à un résultat semblable en étudiant le flanc sud du bassin de Laval, aux environs de Montigné. Dans des courses faites en commun, avec notre confrère et ami Kerforne, nous avons reconnu la succession suivante : 1° quelques bancs de grès avec *Lingula Lesueuri*, représentant les dernières couches du grès armoricain; 2° des schistes ardoisiers noirs, avec débris de Trilobites et *Orthis* cf. *Budleighensis* correspondant aux schistes ardoisiers inférieurs; 3° une puissante assise de grès, parfois colorés par des infiltrations ferrugineuses, exploités à la Roche et se terminant par des grès en minces plaquettes et des grès tendres, jaunes, micacés, analogues à ceux de Bas-Pont. Ces deux derniers niveaux nous ont fourni une faune identique à celle de St-Germain-sur-Ille et de la Bouëxière, et de plus, associé à ces mêmes espèces, un fragment de *Trinucleus;* le contour de l'angle postérieur et la forme de la pointe génale suffisent pour montrer une différence spécifique très nette entre ce *Trinucleus* et le *T. Bureaui;* 4° enfin, vient un ensemble de schistes parfois un peu gréseux, parfois aussi très fissiles, et ayant donné lieu, dans ce cas, à des recherches d'ardoises, d'ailleurs abandonnées depuis longtemps. Cette assise, dans laquelle nous n'avons pu trouver de fossiles, occupe évidemment la place des ardoises de Rénazé et peut leur être assimilée.

Dans la partie occidentale de la Bretagne, la présence de *Trinucleus* n'a pas été indiquée jusqu'ici; l'Ordovicien y paraît moins bien développé que dans la partie orientale et en Normandie; signalons toutefois le calcaire de Rosan à *O. actoniæ*, si intéressant par sa faune (1) et les schistes de Morgat, où M. Barrois a reconnu deux niveaux à *C. Tristani*, superposés, et séparés par une assise gréseuse (grès de Kerarvail). La zone inférieure est caractérisée par *C. Tristani* associé à *Dalmanites Phillipsi*, *Ogygia glabrata*, *Orthis Berthoisi*, *Didymograptus*, etc. Quant à l'assise supérieure, sa faune

l'ensemble des grès moyens avec les couches schisteuses qui y sont intercalées, représentent d^2 d^3 d^4, réservant d^5 pour les schistes à *Trinucleus* de Riadan, Coesmes, etc. Quant aux schistes inférieurs à *C. Tristani* et *C. Aragoi*, nous les plaçons au niveau de $d^1\gamma$; la couche à minerai de fer étant $d^1\beta$ et le grès armoricain très probablement $d^1\alpha$. Nous renvoyons du reste à cet égard à l'étude publiée par M. le Dr Pocta, qui a bien voulu s'entendre avec nous à ce sujet (*Bull. Soc. Et. sc. Angers*, t. XXIV, 1895).

(1) Barrois. 1886. Constit. rade Brest. *B. S. G. F.*, 3e Sér., t. XIV, p. 692. Pl. XIII, fig. 1 à 4. — Barrois. 1888. Obser. Const. Géol. Ouest Bretagne, *Ann. S. G. Nord*, t. XVI, p. 7.

étant analogue à celle de Bussaco en Portugal, pourra fournir des restes de *Trinucleus* comme à Andouillé.

Dans la Montagne Noire et dans les Pyrénées, la présence du genre *Trinucleus* a aussi été signalée dans l'Ordovicien. En Espagne et en Portugal ce Trilobite peut évidemment servir à caractériser certains niveaux comme dans les autres régions. En effet, de Verneuil et Collomb (1) d'une part et Salter (2) d'autre part, ont indiqué un *Trinucleus* dont la détermination spécifique nous paraît fort douteuse (3), mais qui est intéressant par suite de son association avec *C. Tristani*, *C. Aragoi*, *Placoparia Tourneminei*, *Redonia Deshayesiana*, et qui pour cette raison semble bien représenter un niveau analogue à celui d'Andouillé.

Depuis, de Verneuil et Barrande (4) ont aussi décrit et figuré un autre *Trinucleus* provenant des grès jaunes de Valdeazogues et des psammites de Paralejo; le nom de *T. Goldfussi*, sous lequel ils l'ont désigné nous paraît erroné, vu les différences évidentes que présentent certains caractères; le limbe est bien moins développé que dans la forme de Bohême; le lobe frontal dépasse le bord antérieur du limbe; la glabelle, comparativement au développement des joues, est plus allongée; enfin, les bords latéraux et les pointes génales sont rectilignes et parallèles à l'axe médian. Nous proposons de distinguer l'espèce d'Espagne par un nom particulier, et de la dédier à M. Mallãda (*T. Malladai*), qui a fait observer avec juste raison qu'elle occupait un niveau spécial supérieur aux couches des schistes ardoisiers à *Calymene*, *Lichas*, etc.

Aux Etats-Unis la rareté du genre *Trinucleus* est d'autant plus remarquable que les fossiles ordoviciens, et en particulier les Trilobites y sont très abondants. Deux espèces seulement, *Tr. concentricus* Eaton et *Tr. bellulus* Ulrich, ont été cités, et encore celle-ci a été considérée par certains auteurs comme une forme jeune de la première. L'espèce de Eaton (*Nuttainia concentrica*) (5) appartient au même groupe que *Tr. Goldfussi* Barr. par la forme arrondie de son limbe, mais ses pointes génales sont plus droites,

(1) De Verneuil et Collomb. 1852. Constit. Géol. Esp. *B. S. G. F.*, 2e Sér., t. X, p. 131.

(2) Salter in Sharpe. 1853. Silur. fos. from Bussaco. *Quart. journ. of Geo. soc.* London, vol. IX, p. 159.

(3) De Verneuil le désigne sous le nom de *T. Goldfussi*, et Salter sous celui de *T. Pongerardi*.

(4) De Verneuil et Barrande, 1856. Géol. Almaden, *B. S. G. F.*, 2e Sér., t. XII, p. 978, pl. XXV, fig. 2.

(5) Eaton, 1832. Géol. Text. Bo k. p. 34, pl. I, fig. 2.

dirigées parallèlement à l'axe (1) et la glabelle est plus rétrécie à l'arrière. Elle diffère encore davantage de l'espèce du Caradoc anglais, décrite et figurée tantôt sous le nom de *Tr. concentricus* (2) tantôt sous celui de *T. ornatus* (3) et pour laquelle, ainsi que nous l'avons dit plus haut, on doit revenir au nom de *T. caractaci* donné par Murchison en 1839.

En ce qui concerne *T. bellulus* (4), dont le plus grand spécimen mesure seulement 6mm de long, il est bien difficile de se prononcer entre l'opinion émise par MM. Ulrich et Vodges qui le considèrent comme une espèce distincte du *Tr. concentricus* et celle de Miller qui le réunit à cette dernière forme. Dans tous les cas *Tr. bellulus* appartient à un niveau distinct (Cincinnati) de celui dans lequel on trouve *Tr. concentricus* (Trenton et Hudson River).

En résumé, les principaux résultats de ce travail sont les suivants :

1° Au point de vue paléontologique nous avons étudié comparativement les divers *Trinucleus* signalés jusqu'ici dans l'ouest de la France et nous y avons ajouté une espèce nouvelle.

Les observations que nous avons faites sur cette dernière nous ont nettement démontré que, contrairement à l'opinion admise, le limbe n'était pas perforé, et que la bifurcation des pointes génales de *T. Pongerardi* est normale et non accidentelle.

2° Au point de vue stratigraphique nous avons fait voir que la seule présence du genre *Trinucleus* ne suffit pas pour affirmer l'existence des schistes ordoviciens supérieurs et que l'Ordovicien de Bretagne et de Normandie, comme celui des autres régions, possède plusieurs niveaux caractérisés par différentes espèces de *Trinucleus* ; trois d'entre eux sont indiqués dans cette note et d'autres évidemment restent encore à découvrir. Nous avons aussi tenu à montrer que les niveaux moyens et supérieurs de l'Ordovicien armoricain se présentent sous des faciès variés, pouvant ainsi faire conclure à tort à la disparition d'un de ces niveaux lorsque celui-ci ne présente plus le caractère schisteux ou gréseux sous lequel on est habitué à le rencontrer.

(1) Nous ferons remarquer toutefois que ce caractère n'est pas constant si avec les auteurs américains, on réunit à *T. concentricus*, *T. tessellatus* Emmons, dont les pointes génales sont parfois très divergentes. (Emmons, 1842. Géol. of, N.-Y. Part. 2, fig. 100, 7.

(2) Murchison, 1854. Siluria. 4e édit., p. 201, pl. 4, fig. 2, 5.

Salter, 1865. On the fos. N. Wal. *Mem. Geol. Surv. Great. Brit.* T. 3, pl. 19, fig. 4).

(3) Phillips et Salter 1848. Paléon. On the Malvern Hills. *Mem. Geol. Surv. Great. Brit.* T. 2, Part. 1, p. 349, pl. IX, fig. 12.

(4) Ulrich 1878. Descript. of some nerv. sp. of fos. from. Cincin. Group. *Journ. Cinc. Soc.* Vol. 1, p. 92, pl. VI, fig. 15.

EXPLICATION DES PLANCHES

Planche I.

Fig. 1 à 15. — *Trinucleus Bureaui*, n. sp.

Nota. — Aucun des échantillons que nous avons eus à notre disposition n'étant complet, nous avons été obligés pour rendre la physionomie de cette espèce, de figurer un assez grand nombre de spécimens qui se complètent les uns les autres.

Fig. 1. — Céphalothorax légèrement décortiqué, mais ayant encore la majeure partie de son test; la pointe occipitale brisée n'est représentée que par son moule externe; gr. nat.

Fig. 2. — Céphalothorax d'un individu de grande taille, d'après un surmoulage en plâtre pris sur un moule externe dorsal; gr. nat.

Fig. 3. — Céphalothorax d'un autre individu; gr. nat.

Fig. 4. — Céphalothorax chez lequel le limbe est brisé, et où l'on voit la pointe occipitale intacte; gros. 2/1.

Fig. 5. — Très bel échantillon au point de vue de la conservation du test sur le limbe et sur la joue droite; on voit nettement sur celle-ci de fins scrobicules de grandeur inégale; gros. 4/1.

Fig. 6. — Profil du même individu pour montrer le relief de la glabelle.

Fig. 7. — Moule interne d'un échantillon pourvu d'une partie de son thorax et montrant sur la joue droite les deux nervures obliques qui la traversent en convergeant vers le sillon dorsal; gr. nat.

Fig. 8. — Echantillon montrant la disposition et la longueur des pointes génales; gr. nat.

Fig. 9. — Echantillon ayant conservé une partie de son thorax et de son pygidium; gr. nat.

Fig. 10 à 15. — Divers échantillons pour montrer le contour du limbe, la forme des pointes génales et la place de la suture; celle-ci est particulièrement visible dans les figures 12 et 15; gr. nat.; 11 et 15 un peu grossis.

Planche II.

Fig. 16 à 24. — *Trinucleus Bureaui*, n. sp.

Fig. 16. — Céphalothorax d'un individu de petite taille; gros. 3/1.

Fig. 17. — Le même; gr. nat.

Fig. 18. — Individu de petite taille; gr. nat.

Fig. 19. — Le même; gros. 3/1.

Fig. 20. — Céphalothorax d'un jeune individu pourvu de ses longues pointes génales; gros. 3/1.

Fig. 21. — Echantillon de petite taille; gr. nat.

Fig. 22. — Individu replié sur lui-même montrant le moule externe du limbe, quelques anneaux du thorax et le pygidium; gr. nat.

Fig. 23, 24. — Pygidiums grossis 2 fois.

Fig. 25 à 32. — *Trinucleus Pongerardi* Rouault.

Divers échantillons ou fragments montrant le contour arrondi du limbe et les divers modes de bifurcation des pointes génales, Riadan; gr. nat.

Nota. — Les spécimens 25 à 28 et 31, types de Marie Rouault, font partie des collections du Musée de Rennes. Les spécimens 29 et 30 appartiennent au Musée de Nantes. La fig. 32 reproduit un surmoulage de pointe génale provenant de Coësmes et faisant partie des collections de l'École des Mines de Paris.

Fig. 33. — *Trinucleus Grenieri* Bergeron, d'après un moulage. Type de l'espèce; gros. 2/1.

REMARQUES

RELATIVES A DEUX NOTES DE M. MIQUEL

par **J. BERGERON** (1).

M. Miquel a offert à la Société, dans la séance du 18 avril, une note dans laquelle se retrouvent des opinions exposées déjà par lui, l'année dernière, dans un travail qu'il a présenté à la Société d'étude des Sciences naturelles de Béziers. Je regrette vivement de n'avoir pu assister à cette séance, car j'aurais été désireux de lui présenter quelques observations relatives aux opinions émises par lui dans ces deux mémoires.

Dans le mémoire paru l'année dernière (2), M. Miquel revient sur la classification du Cambrien et de l'Arenig. Bien que je ne partage pas sa manière de voir relativement aux divisions et aux termes à employer dans la classification du Cambrien, je ne m'y arrêterai pas, ayant déjà exposé, ici même et à maintes reprises, mon opinion à ce sujet. Quant aux divisions qu'il introduit dans l'Arenig inférieur, elles sont fondées surtout sur des caractères lithologiques qui n'ont pas grande valeur ou sur des données paléontologiques qui, selon moi, ne sont pas encore établies avec assez de certitude. La faune de cet Arenig n'est connue, en effet, que par des fossiles trouvés de différents côtés et non en superposition; il faut donc attendre que des études locales plus nombreuses nous aient révélé la succession réelle des faunes, pour nous permettre d'établir la succession des horizons.

Mais je crois devoir réfuter certaine assertion absolument erronée qui, si elle était admise, entraînerait certainement à des confusions regrettables. M. Miquel (page 29 de son mémoire) déclare qu' « il n'est plus possible d'assigner aux schistes de Boutoury la place qui leur était attribuée jusqu'ici dans l'échelle géologique. » Or, ces schistes renferment les *Agnostus*, *Calymene Filacovi*, *Asa-*

(1) Note présentée à la séance du 22 avril 1895; manuscrit remis le 5 juin. Epreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 24 juin.

(2) Note sur la géologie des terrains primaires du département de l'Hérault. Le Cambrien et l'Arenig (juin 1894).

phelina Barroisi, *Asaphelina Miqueli*, etc., que l'on trouve dans les premières assises ordoviciennes, celles que j'ai assimilées, en 1887, à l'Arenig inférieur d'Angleterre. Il est vrai que dans ces schistes de Boutoury on rencontre d'assez nombreux exemplaires de Graptolites, d'ailleurs mal conservés, dans lesquels M. Barrois a déterminé neuf espèces qui le portent à considérer les assises qui les renferment comme appartenant à l'Arenig moyen (1). Pour ma part, je n'ai pu jusqu'ici distinguer dans cet ensemble de schistes des horizons bien nets ; mais je suis très sûr que les *vraies* assises de Boutoury renferment une faune bien différente de celle de l'étage de Llandeilo, contrairement à ce que pense M. Miquel.

De plus, ces schistes de Boutoury sont recouverts directement et en stratification concordante, dans la colline même de Boutoury, par des grès à *Lingula Lesueuri*, *Dinobolus Brimonti*, etc. Dans la région occidentale de la France, de pareils grès avec la même faune correspondent à tout l'Arenig ou à sa partie supérieure ; c'est l'étage des grès armoricains, qui est surmonté par l'étage de Llandeilo. Il n'y a donc pas de doute que la superposition, telle qu'on la voit dans la colline de Boutoury, ne corresponde à la succession normale des assises. Si dans cette localité, les grès ne sont pas recouverts par l'étage de Llandeilo, c'est par suite d'érosions, mais dans les environs immédiats de Cabrières, on retrouve la succession des assises parfaitement régulière.

M. Miquel, ne tenant aucun compte des faunes et croyant voir des renversements dans la région d'Escougoussou, près Roquebrun, région d'ailleurs très accidentée, mais où cependant peut se reconnaître la superposition régulière des couches telle qu'elle existe à Boutoury, fait des schistes de Boutoury l'équivalent de la partie supérieure de l'étage de l'Arenig et même de l'étage de Llandeilo, tandis que les grès armoricains seraient inférieurs à tout cet ensemble. Dans ces conditions, la superposition telle qu'on la voit à Boutoury ne pourrait s'expliquer, au dire de M. Miquel, que par un renversement. Cet auteur semble bien, d'après ce qu'il dit lui-même, avoir été porté à admettre cette interprétation des faits, par suite du voisinage de la colline de Boutoury et du pic de Cabrières ou de Bissous qui correspond à un pli couché constitué par du Dévonien. Mais, de ce que de deux régions voisines, l'une présente des renversements, il ne s'en suit pas que l'autre offre les mêmes accidents.

(1) Mémoire sur la distribution des Graptolites en France. *Ann. Soc. Géol. du Nord*, t. XX, p. 89.

La seconde note (1) de M. Miquel est consacrée pour ainsi dire, au *mur*; c'est ainsi qu'il désigne une masse qu'il considère comme de quartzite et dont il prend le type près de la localité d'Escougoussou dont je viens de parler. Là, *le mur* dans lequel on voit « plusieurs bandes intimement soudées », se dresse entre les schistes de l'Arenig et des calcaires dévoniens; il est isolé sur une hauteur de plusieurs mètres et il en est ainsi sur une longueur de plus d'un kilomètre. Au cas où je n'aurais pas connu ce *mur*, la description si exacte qu'en donne M. Miquel, aussi bien que l'allure qu'il signale, ne m'aurait laissé aucun doute sur sa nature filonienne. Les bandes sont des couches de silice déposées successivement dans un filon de quartz concrétionné; de plus les schistes ordoviciens et les calcaires dévoniens plongent, les premiers, le plus généralement vers le N., les seconds vers le S. On a donc affaire à un vrai filon de quartz concrétionné et non à un dépôt sédimentaire.

Cependant pour M. Miquel, comme *le mur* se trouve entre l'Arenig et le Dévonien, il correspond à la partie supérieure de l'Ordovicien et au Gothlandien, avec une épaisseur de 2 à 3 mètres, alors cependant que ces mêmes assises sont connues, du côté de Cabrières, sous un faciès et une épaisseur tout autre. M. Miquel reconnaît d'ailleurs que *le mur* se comporte de singulière façon. Il est toujours vertical et ne s'est pas ployé comme les terrains qui l'avoisinent, il est vrai qu'il « n'aurait pas eu leur élasticité ». De plus il se rencontre en beaucoup de points ; même « il saute par un rejet violent au sommet du pic de Pépus ». M. Miquel, s'appuyant sur ses observations, nous fait espérer qu'on rencontrera *le mur* dans les Cévennes, peut-être dans le Rouergue et le Plateau Central. Je puis lui assurer qu'il a raison; que *le mur* se rencontre en un grand nombre de points, dans bien d'autres régions même que celles qu'il cite, car il existe partout où il y a des filons de quartz, et il traverse tous les terrains sans pouvoir être d'aucun secours pour la détermination de l'âge des assises au milieu desquelles on le rencontre.

M. Miquel ne s'en est pas tenu là. Partant de ce principe, actuellement admis par tous les Géologues, que les gneiss peuvent n'être que des roches sédimentaires ayant subi un métamorphisme de la part des roches éruptives, il déclare que les gneiss de la Montagne-Noire sont des assises paléozoïques métamorphisées. Et là-dessus, « posant la main sur le mur, » il le suit en toute confiance. Il arrive ainsi, après avoir noté plusieurs rejets, jusque dans la région gneis-

(1) Note sur la géologie des terrains primaires du département de l'Hérault. Essai de stratigraphie générale, avril 1895.

sique où il reconnaît le Silurien à nodules dans le gneiss glanduleux (p. 14), sans d'ailleurs être autrement surpris de voir les nodules siliceux se transformer en feldspath. Seul, le *mur* au milieu des gneiss aurait gardé les caractères qu'on lui connaît dans les régions où le métamorphisme ne s'est pas fait sentir ; grâce à lui, M. Miquel distingue d'un côté le gneiss provenant du Silurien par métamorphisme, et de l'autre, le gneiss dû au métamorphisme du Dévonien. Cette manière d'interpréter les faits entraîne M. Miquel dans des considérations où je crois inutile de le suivre.

L'allure si spéciale du *mur* entre les couches sédimentaires qui l'entourent; ses rejets si fréquents alors que c'est un accident si rare dans les assises paléozoïques de la Montagne Noire, auraient dû mettre M. Miquel en garde contre les assimilations qu'il était tenté de faire. De plus, si des travaux récents et en particulier ceux de MM. Michel-Lévy, Barrois et Termier ont établi d'une façon certaine la transformation possible d'assises paléozoïques en gneiss, il faudrait encore démontrer l'âge des couches métamorphisées, ce que ne fait pas l'auteur.

Les chapitres de cette deuxième note de M. Miquel, intitulés : *Contributions à la carte géologique de la Montagne Noire, l'Echelle géologique des terrains primaires*, enfin *Simples remarques pour servir à l'étude de l'Orogénie de la Montagne Noire*, renferment, indépendamment d'opinions qui ont déjà été émises par d'autres auteurs, des assertions, qui semblent lui appartenir et qui sont fort discutables ; je n'en relèverai qu'une qui est la suivante (page 27) : « Je » suis convaincu qu'elle (la Montagne Noire) doit avant tout, pour » l'Espinouse et Marcory, comme pour le Chaînon et la Clape, son » relief actuel aux efforts orogéniques qui ont si complètement » bouleversé la géologie du Midi de la France, des Alpes aux » Pyrénées, durant les âges tertiaires. » Si. M. Miquel avait pris la peine d'examiner les dépôts secondaires situés au N.-E. et au S.-O. de St-Chinian, il aurait pu reconnaître que les assises jurassiques et crétacées reposent en discordance de stratification sur le Paléozoïque plissé, ce qui ne laisse aucun doute sur le ridement antéjurassique et à plus forte raison antétertiaire de la Montagne Noire. Cependant, ainsi que je l'ai dit dans ma dernière communication à la Société (1), il est probable que les couches paléozoïques ont été affectées de nouveaux plissements à l'époque tertiaire.

(1) Note sur l'allure des couches paléozoïques dans le voisinage des Plis tertiaires de St-Chinian. *B. S. G. F.*, 3e Sér., t. XXII, p. 576.

Cette dernière note, publiée par moi, a été l'objet de critiques (1) auxquelles je me vois forcé de répondre. J'y établis les faits sur lesquels je m'appuie pour ranger dans le Cambrien non seulement des calcaires que MM. de Rouville, Delage et Miquel classent aussi dans ce même étage, ainsi que je le dis dans ma note, mais encore des calcaires à Encrines, qui, pour mes contradicteurs seraient dévoniens. Mes conclusions sont donc différentes des leurs et je donne au Cambrien une extension bien plus grande que celle qu'ils lui attribuent ; par suite, je suis en droit d'écrire la phrase incriminée qui d'ailleurs est amenée par ce qui précède et je ne dépouille personne. D'ailleurs ces auteurs ne réclament pour eux que ce qui est *positivement* établi dans mes conclusions, sans s'expliquer davantage, ce qui est regrettable.

Je m'estime fort heureux qu'à côté des critiques qu'ils m'adressent, mes contradicteurs aient cru bon de citer les termes dont je me suis servi en parlant de leur carte ; on verra du moins que de mon côté il y a un très vif désir d'être juste à leur égard. Mais le grand éloge qu'ils font de leur travail justifie pleinement les observations que j'avais cru devoir leur adresser. Leur but semble avoir été de donner une carte exacte du Cambrien, les autres étages leur paraissant de peu d'importance. C'est ainsi que tout ce qui n'est pas cambrien pour eux, est rangé dans le Dévonien ou peu s'en faut. Aussi voit-on sous la couleur qui représente ce dernier terrain, des régions où il n'y a que des schistes à séricite, ou l'Arenig. D'ailleurs, même dans les régions cambriennes, il y aurait bien des critiques à faire, au point de vue de l'exactitude des contours.

Quant à l'insinuation que ce sont les travaux de M. Barrois et notamment ceux de 1894 qui m'ont porté à vieillir les calcaires à Encrines, rangés autrefois par moi, sur les affirmations de M. de Rouville, dans le Dévonien, elle est absolument erronée, ainsi qu'on va le voir

En 1886 (2), M. Barrois parlant des schistes de Morlaix dit : « Ces schistes zébrés, très plissés et souvent feuilletés obliquement à leur stratification, alternent avec des grauwackes, avec des lits calcaro-schisteux remplis de tiges d'Encrines et avec des bancs de poudingue à galets très variés. » Mais en haut de la même page, il s'exprime ainsi relativement à l'âge de l'étage des schistes de Morlaix : « Sa position stratigraphique elle-même est obscure, car je n'ai pu fixer encore jusqu'ici s'il repose sur le Dévonien ou s'il lui est immé-

(1) *B. S. G. F.*, 3e Sér., t. XXIII. *C. R. s.*, p. LXVII.
(2) *B. S. G. F.*, 3e Sér., t. XIV, p. 893, août 1886.

diatement inférieur. » En 1888 (1), le même auteur revenant sur cet étage, s'exprime ainsi : « Les quartzphyllades de Morlaix constituent un puissant étage de schistes fins.... ils présentent des lits intercalés de quartzites blancs à gros grains parfois fossilifères. » En 1889 (2), M. Barrois remplaçant le nom de schistes de Morlaix par celui de schistes de Gourin en parle dans les termes suivants : « L'étage des schistes et poudingues de Gourin.... présente également des différences importantes au S. et au N. du pays. Les conglomérats, très développés à Gourin, à Ploermel (Morbihan), n'y contiennent que des galets de quartz blanc et quelques fragments de schiste cambrien ; ces mêmes conglomérats au nord du pays (Morlaix, Granville) contiennent au contraire des galets très variés de schistes grossiers et de grauwackes cambriennes, de schistes cornés, de schistes micacés et de granite. »

Ainsi qu'on le voit, il n'est question de calcaires à Encrines, dans les travaux de M. Barrois, antérieurs à 1894, que dans la note de 1886 ; comme dans cette note M. Barrois hésitait sur l'âge de ces assises et qu'il n'avait plus reparlé des calcaires, j'étais très persuadé qu'il ne les rangeait plus dans l'étage de Gourin. C'est ainsi que j'ai fait ma communication du 17 novembre dernier sans parler de ses travaux ; mais le 4 décembre j'ai reçu une lettre de lui dans laquelle il me rappelait sa note de 1886 et était très affirmatif relativement à l'âge de ces calcaires. Je me suis empressé de signaler le fait dans mon rapport au Directeur de la Carte, rapport que nous devions lui remettre le 5 décembre. Ce n'est qu'en recevant le dernier bulletin du service de la Carte géologique (avril 1895), que j'ai eu connaissance des travaux de M. Barrois sur le calcaire de St-Thurial (3), travaux exposés plus en détail dans une note intitulée « Le calcaire de St-Thurial (Ille-et-Vilaine) » (4), dont je n'ai eu connaissance que le 17 avril en recevant les Annales de la Société Géologique du Nord. Cette note n'a d'ailleurs été présentée qu'à la séance du 17 mars 1895. Il résulte de tout cela que ce n'est pas aux travaux de M. Barrois que je dois l'opinion que je me suis faite, mais uniquement à mes observations personnelles.

Je regrette que ma coupe du pic de Marcory ne semble pas

(1) Observations sur la constitution géologique de l'Ouest de la Bretagne. *Ann. Soc. geol. Nord*, t. XVI, p. 5.

(2) Documents divers publiés par le Ministère des Travaux Publics, à l'occasion de l'Exposition universelle, p. 28.

(3) *Bull. serv. Carte géologique*, n° 44, p. 41.

(4) *Ann. Soc. Géol. du Nord*, t. XXIII, p. 38.

rationnelle à MM. de Rouville, Delage et Miquel. En tous cas je la maintiens exacte et, pour moi, elle a l'avantage d'être simple et de ne pas faire intervenir une roche éruptive qu'on ne voit pas, comme cause efficiente d'un soulèvement. Dans sa dernière note, M. Miquel invoque encore à l'appui de cette dernière théorie *le mur* « qui, dit-il, vient éclairer la géologie si complexe de Marcory » (p. 17). Je reste malgré tout fidèle à l'interprétation que j'ai donnée.

Si MM. de Rouville et Delage s'étaient contentés, à propos de la flore qui accompagne le *Pleurodyctium problematicum*, d'écrire les lignes qu'ils citent, je n'aurais jamais eu l'idée de leur reprocher une confusion ; mais ils terminent ainsi leur note : « La teinte bleue qui représente (sur la carte géologique de la région de Cabrières publiée par ces auteurs) l'Anthracifère, dans le Vallat grand, le Bronn, la Vallée du Pitrous, sur le flanc sud du Pic de Vissous, disparaît en majeure partie pour faire place à la teinte jaune pointillée de noir représentant le Dévonien inférieur. » Or c'est dans la plupart de ces mêmes localités qu'ont été trouvés les grès à végétaux du Culm qui occupent de très grandes surfaces et la façon vague dont ces auteurs se sont exprimés, justifie l'erreur involontaire que j'ai pu commettre.

Je regrette vivement d'avoir eu à entretenir la Société de questions aussi peu intéressantes que le sont celles soulevées par cette polémique. J'ai répondu cette fois encore aux attaques dont j'ai été l'objet, de crainte que mon silence ne fût mal interprété ; mais je suis parfaitement résolu à ne pas continuer une discussion qui tend à prendre un caractère de polémique personnelle, en tout point contraire aux traditions de la Société géologique.

SUR LA STRUCTURE DES GRÈS

DE FONTAINEBLEAU

par **P. TERMIER** (1)

A la suite de sa communication sur les grès stampiens du bassin de Paris (2), mon confrère et ami, M. Léon Janet, a bien voulu me remettre, pour que j'en fisse l'étude micrographique, un certain nombre d'échantillons de ces grès. Ce sont les résultats de cette étude qui font l'objet de la présente note.

Je laisserai de côté les grès à ciment calcaire, qui sont simplement des sables agglutinés par de la calcite largement cristallisée, et qui ne présentent, au point de vue stratigraphique, qu'un intérêt très restreint. Je ne m'occuperai que des grès exclusivement siliceux qui existent à la partie supérieure des sables de Fontainebleau.

« Au point de vue macroscopique, » a dit (3) M. Léon Janet, « il y a lieu de distinguer deux sortes de grès siliceux : les uns » sont lustrés, ont un éclat gras, presque analogue à celui du » quartz hyalin, sont extrêmement durs, à peu près imperméables, » ont une densité apparente considérable (2,3 à 2,4) et ne peuvent » absorber qu'une très faible quantité d'eau ; les autres sont cons- » titués par des grains de quartz juxtaposés, avec une très faible » quantité de matière agglutinante ; leur densité surpasse à peine » la densité apparente du sable, qui est de 1,6 à 1,7; ils sont poreux » et perméables ; à cause de leur fragilité, on les a souvent consi- » dérés à tort comme des grès à ciment calcaire; les ouvriers » carriers leur donnent le nom de *grès imparfaits.* »

Je garderai ce nom de *grès imparfaits* pour les grès poreux et

(1) Note présentée à la séance du 20 Mai 1895 ; manuscrit déposé le même jour. Epreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 26 juin 1895.

(2) *Compte rendu des séances de la Soc. Géolog.*, 1894, p. CLXI.

(3) Ibid., p. CLXII.

légers de la deuxième espèce, et j'adopterai, dans le cours de cette description, le nom de *grès parfait* pour le grès compact, dur et lourd, de la première espèce (grès à ciment complet de M. Janet).

Ces deux sortes de grès sont formées de sable quartzeux (grains de quartz roulés avec grains *très rares* d'autres minéraux, mica, tourmaline, pyroxène, zircon), *lapidifié* par une cristallisation plus ou moins développée de *silice anhydre*, calcédoine ou quartz. Là où la lapidification est restée incomplète, on a le grès imparfait : le grès parfait résulte d'une lapidification plus prolongée, poussée jusqu'au comblement absolu de tous les interstices.

Grès imparfait. — Ce grès présente, au microscope, de prime-abord, et à un faible grossissement, l'aspect d'un sable quartzeux. Les grains sont juxtaposés et la plupart des interstices qu'ils laissent entre eux sont demeurés vides.

En regardant avec plus d'attention et de plus forts grossissements, on voit que chaque grain de quartz est entouré d'une auréole, laquelle s'interrompt naturellement aux points de contact du grain avec les grains voisins. Cette auréole reste faiblement lumineuse quand on éteint le grain, les nicols étant croisés : en sorte que c'est dans cette position que l'auréole apparaît avec le plus de netteté. La largeur de l'auréole ainsi examinée est d'environ $\frac{1}{500}$ de millimètre : cette largeur paraît très constante. Au voisinage du point de contact de deux grains, les auréoles qui leur correspondent se fondent en un bourrelet légèrement saillant, et il est très visible que c'est la substance de ce bourrelet qui colle les grains ensemble.

Les auréoles sont formées de fibres excessivement ténues de *calcédoine*, à allongement négatif, disposées normalement à la surface extérieure du grain, et *noyées dans du quartz non fibreux* qui garde *exactement* l'orientation optique du grain auquel l'auréole est circonscrite. Ces fibres de calcédoine sont plus ou moins serrées. d'où les variations de biréfringence que l'on observe dans une même auréole. Le nourrissage de quartz au sein duquel se sont développées les fibres en question s'éteint en même temps que le grain, et prend en même temps que lui l'éclairement maximum : cet éclairement maximum est à peine modifié par la présence des fibres calcédonieuses, d'où cette conclusion que le quartz à orientation optique unique joue le rôle prépondérant dans la constitution de l'auréole. En interposant une lame cristalline épaisse, par exemple un quartz teinte sensible, on voit que chaque auréole prend, à peu de chose près, la même teinte que le grain correspondant.

Dans beaucoup de cas, la limite intérieure de l'auréole est indécise : mais elle est quelquefois marquée par une couronne de matière noire ou brune (probablement d'oxyde de fer) qui correspond à la surface libre du grain de sable avant le nourrissage ; l'auréole est alors visible en lumière naturelle. Sur certains grains, d'ailleurs rares, on observe deux ou trois couronnes semblables, exactement parallèles, séparées l'une de l'autre par un intervalle de quelques millièmes de millimètre : c'est l'indice non équivoque d'un nourrissage siliceux en plusieurs temps, de la formation successive de deux ou trois auréoles. Mais ce qu'il y a de très remarquable, c'est que les auréoles internes sont exclusivement formées par du quartz orienté comme le grain central, et que, seule, l'auréole externe renferme des fibres calcédonieuses.

La figure 1 représente schématiquement quatre grains de sable et le vide qu'ils laissent entre eux dans un grès imparfait. Le gros trait noir indique l'auréole calcédonieuse et les bourrelets. Les traits pointillés à l'intérieur des grains montrent les positions successives de la surface libre. Ces divers traits n'ont été tracés qu'autour du vide qui occupe le centre de la figure.

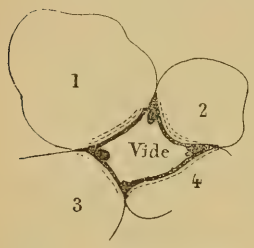


Fig. 1. — Grès imparfait.

Les bourrelets qui résultent de la superposition des auréoles des deux grains voisins sont formés d'un mélange de quartz diversement orientés et de fibres calcédonieuses éparses et sans direction fixe. On y voit apparaître du quartz à contour nuageux ou chevelu, dont l'orientation optique n'a aucun rapport avec celles des deux grains de sable. La surface extérieure de ces bourrelets est très irrégulière, alors que celle des auréoles est, sauf des exceptions très rares, exactement parallèle à l'ancienne surface libre du grain correspondant.

Outre ce nourrissage régulier, avec fibres calcédonieuses, des grains de sable, il faut signaler la production, dans certains interstices, de paquets quartzeux formés de cristaux enchevêtrés. Ces paquets, qui s'appuient aux grains voisins, sont assez nombreux, et ils contribuent à donner de la cohésion à l'ensemble.

Grès parfait. — La transition du grès imparfait au grès parfait est assez rapide pour que l'on puisse se procurer une préparation réunissant les deux variétés.

Le grès parfait n'est autre chose que du grès imparfait dont tous les interstices, sans exception, ont été remplis par du *quartz confu-*

sément cristallisé. Le passage se fait par des grès encore poreux mais dans lesquels les paquets quartzeux dont je parlais tout à l'heure sont particulièrement abondants.

Les grains du grès parfait montrent encore les auréoles quartzeuses et calcédonieuses que j'ai décrites dans le grès imparfait. C'est sur ces auréoles que se sont développés les quartz confusément cristallisés qui ont, peu à peu, comblé tous les interstices. Il est donc certain que *le grès parfait procède du grès imparfait par lapidification*, et l'on ne saurait admettre le processus inverse d'après lequel le grès imparfait serait du grès parfait à ciment partiellement dissous.

Le quartz qui donne au grès son caractère de grès parfait est partiellement fibreux, les fibres étant normales aux parois des anciens interstices, partiellement nuageux et chevelu. Les cristaux élémentaires sont, en thèse générale, extrêmement petits, de sorte que ce remplissage se distingue à première vue des grains de sable et apparaît seulement comme un ciment micro-cristallin. Quelques grains de sable (ce cas est très rare) ont pris, pendant la cristallisation de ce ciment, un nourrissage chevelu formé de quartz à orientation unique, cette orientation unique étant, bien entendu, celle du grain correspondant lui-même. Il va sans dire que ce nourrissage exceptionnel continue purement et simplement l'ancienne auréole ; mais il ne s'y est plus formé de calcédoine.

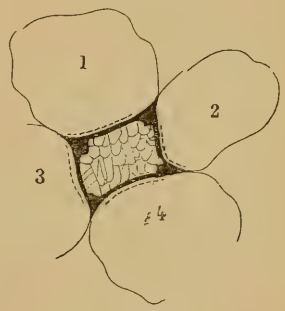


Fig. 2. — Grès parfait.

La figure 2 montre l'interstice existant entre quatre grains de sable et rempli par du quartz confus. Chacun des quatre grains est entouré d'une auréole quartzeuse et calcédonieuse. A l'intérieur de cette auréole, un pointillé représente des traces (visibles par les impuretés) des anciennes surfaces libres successivement dépassées par le nourrissage.

Conclusions géologiques. — On peut tirer de cette étude les conclusions suivantes, qui ne sont pas sans intérêt au point de vue géologique.

Le grès de Fontainebleau résulte de la lapidification plus ou moins complète d'un sable extrêmement pur, formé de très petits grains (en moyenne un à trois dixièmes de millimètre) d'un quartz riche en inclusions cristallines, mais très pauvre en inclusions

liquides et gazeuses. Ces grains de quartz semblent provenir de la destruction de micaschistes, plutôt que de la corrosion de roches granitiques.

La lapidification s'est évidemment faite par circulation d'eaux très légèrement siliceuses.

Elle a d'abord consisté dans un nourrissage régulier des grains de sable. Ces grains se sont accrus de petites couches quartzeuses, ayant chacune l'orientation optique du grain correspondant, épaisses de quelques millièmes de millimètre, parfois séparées les unes des autres par un enduit d'oxyde de fer. *La dernière de ces auréoles, la plus récemment formée, contient, seule, des fibres calcédonieuses normales à la surface :* mais le quartz à orientation optique unique y prédomine encore sur la calcédoine. Toutes les auréoles plus anciennes (auréoles internes) sont purement quartzeuses. Ce nourrissage auréolaire a eu pour effet de souder entre eux les grains de sable, tout en laissant vide la plus grande partie des interstices. Ainsi s'est formé le grès imparfait.

Dans la plus grande partie de la masse gréseuse ainsi lapidifiée, de nouvelles eaux sont arrivées, de composition sans doute un peu différente. Le nourrissage régulier a cessé, du moins dans la plupart des cas, et a fait place à une cristallisation confuse, probablement très rapide, exclusivement quartzeuse, qui a comblé tous les interstices.

Si les eaux avaient gardé leur composition primitive, le nourrissage se faisant régulièrement et d'une façon continue, le grès imparfait se serait peu à peu transformé en un *quartzite*, identique à certains quartzites du Trias de nos Alpes, où toute forme détritique a disparu.

On voit donc qu'il est inutile, pour expliquer la formation des quartzites les plus cristallins, de recourir aux diverses hypothèses qui procèdent du métamorphisme. La circulation continue et prolongée, au travers de sables quartzeux, d'eaux à peine siliceuses, a pu suffire. Mais pour qu'il se forme un quartzite, c'est-à-dire pour que les grains soient régulièrement nourris jusqu'au moulage mutuel, il faut, suivant toute vraisemblance, que la composition des eaux qui circulent soit assez constante. Un changement important de composition peut amener la production momentanée de calcédoine, ou le comblement brutal des interstices par du quartz confus : et dans ces deux cas, qui sont ceux des grès de Fontainebleau, la forme détritique des grains de sable restera à tout jamais visible, quelle que soit la compacité du grès ainsi produit.

NOTE
SUR UNE COLLECTION DE ROCHES

recueillies par M. G. TARDIEU

dans les Alluvions actuelles de la Durance

déterminées et étudiées par **L. DUPARC** et **W. KILIAN**

(avec des Notes de M. P. TERMIER) (1)

Les alluvions de la Durance, avec leurs « roches vertes » si caractéristiques, ont de tous temps attiré l'attention des naturalistes et tout le monde sait qu'elles constituent le meilleur gisement des Variolites et Euphotides dites « du Mont Genèvre ». Les collectionneurs et les lapidaires y trouvent aisément, en effet, des échantillons assez durs et assez peu altérés, tandis que sur les flancs mêmes du Mont Chenaillet, où elles affleurent, ainsi que dans les autres gisements voisins du Col du Mont Genèvre, où on peut les ramasser *in situ*; il est beaucoup plus difficile d'obtenir des morceaux aussi sains et aussi peu décomposés que ceux que le charriage fluviatile a, pour ainsi dire, décortiqués, ne laissant subsister qu'un noyau plus résistant et moins altéré. Les Variolites et les Euphotides ne sont pas les seules roches que roule la Durance ; les cailloux qui jonchent le lit, souvent partiellement desséché,de cette rivière, sont de nature très variée et on y rencontre une série de galets d'origine sédimentaire, à côté de nombreuses roches éruptives et cristallophylliennes.

Il m'a paru intéressant de profiter de l'offre que me fit M. G. Tardieu, à Sisteron, de réunir une collection aussi complète que possible des galets que roule la Durance à la hauteur de cette petite ville et au sortir du défilé qu'on a souvent appelé la « Porte du Dauphiné » (2). Mon attente n'a pas été trompée ; parmi les roches recueillies par mon ami, je n'ai pas tardé en effet à remarquer par exemple des variétés de microgranulites inconnues jus-

(1) Note présentée à la séance du 10 juin 1895; manuscrit remis le 23 mai. Épreuves corrigées par les auteurs parvenues au Secrétariat le 1er juillet 1895.

(2) G. Tardieu : A travers les Alpes. Digne, 1894, p. 5.

qu'à ce jour dans les Alpes françaises et dont le gisement, s'il existe encore, est à découvrir (voir plus bas).

M. L. Duparc, professeur à l'Université de Genève, a bien voulu se charger d'établir les diagnoses pétrographiques de toutes les roches recueillies et d'en indiquer les analogies avec des types déjà connus d'autres gisements alpins. Je suis heureux également de témoigner ma reconnaissance à MM. Michel Lévy, Directeur du service de la Carte géologique de France, et P. Termier, Professeur à l'Ecole nationale des Mines, qui ont eu l'obligeance d'examiner plus spécialement certains échantillons intéressants et particulièrement nouveaux pour la région dauphinoise. Enfin, les roches sédimentaires, assez nombreuses, ont été étudiées par moi et j'ai pu reconnaître la provenance et l'âge de beaucoup d'entre elles.

Tous les galets dont l'énumération suit ont été recueillis par M. Tardieu, dans le lit actuel de la Durance. M. Tardieu a procédé d'une façon méthodique dans ses recherches; il a exploré à l'époque des basses eaux le lit de la rivière, traversant le champ de ses investigations, tantôt perpendiculairement tantôt parallèlement au cours d'eau et répétant ce manège un grand nombre de fois, variant autant que possible les lignes de recherche.

L'abondance relative des espèces a été soigneusement notée par M. Tardieu et par moi-même lors d'un de mes séjours à Sisteron.

Grenoble, 15 mai 1895. W. Kilian.

*
* *

1. **Granite.** — Roche d'un type peu commun dans le Pelvoux. Contient : Zircon, Apatite, Quartz, Orthose, Anorthose ; Oligoclase. Mica noir verdi (Ét. p. M. P. Termier).

Provenance probable : Massif du Pelvoux. Rare.

2. **Protogine** du Pelvoux (échantillon N° 22, 148) (1). — Abondante dans les alluvions de la Durance; elle y est représentée par toutes ses variétés; cette roche est trop connue pour qu'il en soit donné ici une nouvelle description.

3. **Granulite** (N° A, 39).

Cette roche, à l'œil nu, montre des grandes plages d'*Orthose* rose, du *Plagioclase* grisâtre, du *Quartz* et quelques lamelles de *Biotite*. Au microscope le *Mica noir* est entièrement chloritisé ; la chlorite résultante donne encore un polychroïsme sensible n_g vert d'herbe,

(1) *Nota :* Les numéros indiqués se rapportent aux échantillons conservés dans les collections de la Faculté des Sciences de Grenoble.

n_p jaunâtre; dans son intérieur on trouve encore quelques rares inclusions de *Zircon*. L'*Oligoclase*, moins développé que l'*Orthose*, est moulé par ce dernier. Il présente les macles de l'Albite et celles de Karlsbad, cette dernière plutôt rare; il est très kaolinisé. L'*Orthose* en grandes plages forme l'élément principal; il est criblé de filonnets d'*Albite*, qui renferme aussi un peu de *Quartz secondaire;* il est fréquemment maclé selon Karlsbad. Le *Quartz*, dernier élément consolidé, est moins abondant que dans les Protogines; il s'isole en plages, à tendance individualisée, sans avoir, toutefois, un caractère franchement granulitique. La deuxième venue de Quartz grenu, si caractéristique pour la Protogine du Mont-Blanc par exemple, manque dans cette roche.

Les actions dynamiques supportées par la roche sont accusées par des cassures; l'écrasement intense (et la structure bréchiforme qui en est la conséquence) que l'on observe dans certaines granulites alpines fait ici défaut (Ét. p. M. Duparc).

Provenance probable: Massif du Pelvoux.

4. **Granulite à grain fin** (N° 40 J).

Cette jolie roche, finement grenue, de couleur rosée, représente probablement un type filonien (aplite) du numéro précédent.

Au microscope, la roche renferme peu de *Mica noir* transformé en *Chlorite* avec production de *Magnétite*; l'*Oligoclase* est peu abondant, à macles fines et serrées; l'*Orthose* est plus développé que le précédent; quant au *Quartz*, il est abondant, en grains irréguliers, il passe par places à de belles formes pegmatoïdes. Le grain de la roche est très uniforme. (Ét. par M. Duparc).

Provenance probable : Pelvoux.

5. **Granulite** N° K, 29).

Cette roche est une granulite ou un schiste fortement granulitisé. Elle renferme de la *Biotite* fortement décomposée avec séparation de *Magnétite*; un *Plagioclase* indéterminable, complètement kaolinisé formant des amas de Séricite et de Kaolin, de l'*Orthose* en abondance puis du *Quartz* (Et. p. M. Duparc).

Provenance : Massif du Pelvoux.

6. **Microganulite** à grains fins (N° P.).

Cette roche est d'apparence cornée, à grain très fin, elle montre quelques lamelles de *Mica* visibles à l'œil nu, puis des taches feldspathiques. Au microscope, la première consolidation comprend :

1° De la *Biotite* en belles lamelles à polychroïsme intense : n_g brun, presque noir, n_p brun très clair; elle est rigoureusement à un axe.

A l'intérieur, nombreuses inclusions de *Magnétite*; *Apatite* plus rare. Par places, la chloritisation du Mica noir est complète;

2° *Un Plagioclase* en grands cristaux avec macles simultanées de l'Albite et de Karlsbad. Dans la zone de symétrie, les extinctions dépassent 30° entre deux lamelles hemitropes; cette variété est donc une *Andésine*, fait qui se confirme encore par la mesure des extinctions des lamelles groupées selon l'Albite, et de celles groupées selon Karlsbad dans la même zone de symétrie, d'après la nouvelle et remarquable méthode proposée par M. Michel Lévy. Lorsque le feldspath est *zoné*, ce qui se rencontre sur plusieurs sections, la réfringence augmente en général vers le centre, ce qui indique un noyau plus basique ;

3° Quelques sections plus petites d'*Orthose* maclées selon Karlsbad et s'éteignant à 5° de $p\ g^1$;

4° Du *Quartz* rare, mais en grands cristaux bipyramidés, arrondis et corrodés avec pénétration du magma dans les fissures.

La *seconde consolidation*, abondante, est *microgranulitique*. Elle est constituée par des grains de Magnétite, des paillettes de Mica noir, du Feldspath et du Quartz.

Etudiée par M. Duparc, auquel est due cette diagnose.

Gisement et provenance inconnus.

7. **Microgranulite basique.** — M. Michel Lévy a également examiné de nos préparations; il qualifie la roche de *Microgranulite basique*.

Gisement *in situ* inconnu; probablement versant S. du Massif du Pelvoux.

7bis. Un autre échantillon, étudié par M. Michel Lévy, a montré de grands cristaux de *Biotite* avec inclusions de Zircon et auréoles polychroïques, souvent verdis et en partie transformés en Ripidolite et Epidote, de beaux cristaux d'Orthose et d'Oligoclase dans un magma de petits grains de Quartz et microlithes raccourcis d'Orthose.

Gisement inconnu.

8. **Kersantite.** (Diagnose par M. Termier).

La roche est une *Kersantite* très remarquable. Son gisement m'est inconnu. Elle provient probablement de la partie sud du massif du Pelvoux. En tout cas elle diffère profondément des microgranulites du Lautaret.

Pâte. Magma microgranulitique de *Quartz* et d'*Orthose*, chargé de très fines aiguilles de *Mica noir* partiellement chloritisé. Le Quartz a rarement des contours nets : il est presque toujours spongieux et nuageux, et il moule des Orthoses déchiquetés, donnant ainsi une

sorte de *Micropegmatite à l'envers*. Ces nuages de Quartz sont parfois extrêmement irréguliers et chevelus. Il y a à peu près autant de Quartz que d'Orthose.

Les cristaux feldspathiques discernables de la pâte sont de petits rectangles *non maclés, parfois assemblés suivant la loi de Karlsbad*. Ceux qui ont une biréfringence élevée (section voisine de *p*) s'éteignent à zéro. Quelques rares sections tricliniques à macles peu nettes sont attribuables à l'*Anorthose* ou à l'*Oligoclase*.

Cristaux anciens. — *Fer oxydulé* relativement abondant, en cristaux assez gros. Gros cristaux d'*Apatite*, sporadiques et rares. *Mica noir* en cristaux magnifiques, d'une rigoureuse uniaxie. Ces Micas sont quelquefois partiellement transformés en Chlorite ou en Epidote. Entre les cristaux de Mica et la pâte, on voit souvent une fissure de retrait, remplie par du *Quartz secondaire*. Dans le Mica et la Chlorite, rares inclusions de *Zircon*, inclusions très abondantes de *Rutile* et d'*Ilménite*.

Les *Quartz* de première consolidation sont peu abondants, mais très volumineux. Ils sont profondément rongés par la pâte.

Les *Feldspaths* anciens ont de très grandes dimensions, et ils se prêtent admirablement aux études optiques. Ils vont de l'Oligoclase normal $ab^3\ an^1$ au Labrador normal $ab^3\ an^4$. La plupart appartiennent à un Oligoclase basique $ab^3\ an^{1+\varepsilon}$. Plusieurs cristaux sont zonés : les zones extérieures sont formées d'Oligoclase basique $ab^3\ an^{1+\varepsilon}$ donnant, dans les sections g^1 un angle d'extinction de 2° environ par rapport à la trace de *p*. Les zones intérieures s'éteignent à 4°30′ et sont, par conséquent, formées d'Oligoclase normal. Les Oligoclases en question présentent, outre la macle, suivant la loi de l'Albite, l'assemblage de Karslbad, et quelquefois aussi la macle du Péricline. Les cristaux assemblés Karlsbad et présentant des macles permettent une détermination très précise, qui conduit presque toujours à une formule $ab^3\ an^{1+\varepsilon}$. Le plan *p* coïncide à peu près avec le plan des axes optiques. Les sections *p* ont un contour sensiblement hexagonal régulier $m\ t\ g^1$. La face d'accolement des lamelles maclées suivant la loi du Péricline coïncide avec *p*. Quelques cristaux montrent les faces $m\ t\ p\ a^1$.

Le *Labrador* est rare. Deux cristaux authentiques dans la plaque. Le premier cristal est un assemblage Karlsbad de deux individus, dont l'un est maclé suivant la loi de l'Albite, l'autre suivant la loi du Péricline. Les caractères sont ceux du Labrador $ab^1\ an^1$. Le deuxième cristal est enchevêtré avec des Oligoclases et des andésines. Il est coupé à peu près perpendiculairement à la bissectrice

négative. Ses caractères sont ceux du Labrador ab^3 an^4. Un troisième cristal est à rapporter aussi au Labrador, mais avec un peu d'incertitude.

Il y a quelques *Andésines* ab^5 an^3 présentant des assemblages *répétés*, suivant la loi de Karlsbad (trois cristaux successifs, avec compénétrations irrégulières).

Un cristal coupé à peu près perpendiculairement à l'axe moyen se distingue par la biréfringence relativement faible, son extinction rigoureuse suivant g^1 et ses macles vagues. Ce cristal est probablement de l'*Anorthose*.

En résumé, il faut remarquer chez les Feldspaths de la première consolidation : *l'absence de l'Orthose*, l'absence (ou tout au moins la grande rareté) de l'Anorthose, la prédominance de l'Oligoclase basique, la présence indiscutable du Labrador ab^3 an^4, c'est-à-dire d'un Feldspath déjà très basique.

Ces caractères rapprochent la Kersantite en question de celles des environs de Boën (Forez), étudiées par M. Le Verrier. Ils l'éloignent, au contraire, beaucoup des véritables Microgranulites.

La roche ne présente pas la moindre trace de dynamo-métamorphisme. Les Feldspaths sont à peine altérés (un peu de Kaolin et d'Epidote. L'ensemble est d'une admirable fraîcheur.

9. **Ophite.** — (Diagnose de M. Termier) (Plaque 539).

C'est une *ophite* bien conservée : Agrégat bacillaire avec moulage réciproque de *Feldspath triclinique* et de *Hornblende*. Ce dernier minéral résulte évidemment d'une *ouralitisation* complète d'un Pyroxène, en sorte que la roche est un *Diabase ophitique* ouralitisé identique à la plupart des Ophites pyrénéennes.

Une altération secondaire a donné naissance à des nids de Serpentine isotrope, au sein desquels se sont développés postérieurement de belles aiguilles de *Trémolite blanche*. Sauf cela, et la kaolinisation partielle de quelques feldspaths avec production d'un peu de *Zoïsite*, la roche est fraîche. *Pas trace de dynamo-métamorphisme.*

La Hornblende est verte, avec un polychroïsme sensible. Elle renferme un peu de *Sphène* et de nombreuses sections de *Fer titané* (bâtonnets et grilles).

Le Feldspath triclinique qui doit former environ les deux tiers en poids de la roche, est de l'*Andésine* et de l'*Andésine oligoclase*. Les sections perpendiculaires à la bissectrice négative n_p s'éteignent à 15° ou 75° de la trace g^1. Les sections perpendiculaires à la bissectrice n_g ne montrent pas les macles de l'albite, et s'éteignent à 10, 12, 13

ou 14" de la trace de *p*. Exceptionnellement, dans un paquet de cristaux d'Andésine, une section perpendiculaire à n_g s'éteint à 18° de la trace de *p* et appartient par conséquent à une Andésine très basique, voire à un Labrador.

Le Feldspath dominant est l'*Andésine oligoclase* $ab^2\ an^1$. Puis viendrait l'Andésine $ab^5\ an^3$. Le Labrador et l'Oligoclase sont certainement exceptionnels. La roche mérite donc l'épithète *andésitique*.

La plupart des cristaux de Feldspath sont assemblés suivant la loi de Karlsbad et maclés suivant la loi de l'Albite. Quelques-uns ne sont pas maclés mais seulement assemblés Karlsbad. La biréfringence est différente pour les individus assemblés (ce qui écarte l'hypothèse de l'Albite), mais point très différente. La macle du Péricline est rare et elle se fait sur un plan très voisin de *p*. Les cristaux, comme dans toutes les Ophites, sont très allongés parallèlement à pg^1. Il y a des assemblages Karlsbad *répétés* dans le même cristal.

A remarquer *l'existence de l'Ophite dans les Alpes françaises*. Le gisement est inconnu, mais il est probable qu'il est au Mont-Genèvre.

10. **Euphotide** du type de la Cerveyrette. — Ce type, bien connu, qu'il est inutile de décrire, est *excessivement abondant*.

Provenance : Massifs du Mont-Genèvre et du Chenaillet.

11. **Serpentine**. — (Diagnose de M. Duparc). (Plaque 7 N).

La roche, sous le microscope, paraît entièrement formée de fibres de *Chrysotile* verdâtre, affectant une structure alvéolaire. Ces fibres s'éteignent parallèlement à leur allongement positif. Comme éléments primitifs, la roche ne renferme plus que quelques rares débris de *Diallage*, dont les parties périphériques sont conservées, tandis que l'intérieur est complètement serpentinisé. Il n'est pas possible de dire si la roche a renfermé jadis de l'Olivine; on ne trouve pas trace de ce minéral. La *Magnétite*, comme produit secondaire, est abondante; elle forme par places des amas ou des ponctuations qui dessinent parfois les fibres de Chrysotile (Et. par Duparc.

Provenance : Cerveyrette. Souvent très décomposé.

12. **Serpentine** (N° 9 X). — (Et. par M. Duparc).

Elle ressemble beaucoup à la précédente, mais ne renferme plus aucune trace d'un minéral primordial. Le Chrysotile y est associé à de la matière colloide isotrope.

Gisement probable : Haute-Ubaye.

13. **Gabbro** (Plaque 24 H).

Cette roche est principalement composée de Diallage de couleur brunâtre, en plages informes, avec leurs clivages très serrés sur g^1. n_g s'élève à 44° du clivage n_g-n_p normal. Ce Diallage s'altère visiblement sur les bords en donnant naissance à des houppes et des baguettes et feuillets de *Glaucophane*. Celle-ci s'intercale également par places entre les clivages du Diallage.

Ces divers éléments sont reliés par une matière feldspathique complètement décomposée et indéterminable; dans celle-ci et par places, se développent une multitude de petits cristaux très réfringents, à sections rectangulaires. Leur allongement est constamment négatif; ils sont incolores et s'éteignent en long. La bissectrice est négative. Le plan des axes, transversal à l'allongement.

La biréfringence est élevée et comprise entre 0,029 et 0,030. Ce minéral appartient probablement au groupe de l'Epidote. Diagnose de M. Duparc.

Commun, en galets souvent profondément décomposés.

Gisement probable : Mont Genèvre, vallée du Guil.

14. **Mélaphyre** ou **Euphotide laminée.** — Diagnose de M. Termier (N° 539 *bis*).

C'est une *roche feldspathique laminée*. Sphène brun, Fer titané souvent décomposé, Leucoxène, sections d'Olivine (?) ferruginisées et *tronçonnées* par l'étirement, Apatite, beaucoup de Chlorite; Epidote secondaire; gros Feldspaths tricliniques *brisés*, devenus polysynthétiques, puis recollés (*structure en ciment*), quelques cristaux de Quartz et d'Albite secondaires.

Le Feldspath en *purée* ne donne pas de Mica blanc par décomposition. Il appartient probablement à l'Andésine.

Probablement Mélaphyre laminé. Peut-être aussi Euphotide laminée. On ne peut rien dire de plus.

Gisement et *provenance inconnus*. Probablement de Réotier près Guillestre ou du Vallon de Mary (Haute-Ubaye).

14 *bis*. — Quelques échantillons paraissant appartenir à la même roche (soi-disant Bésimaudite) (N° 27) et provenant très probablement du Plan-de-Phazy, près Guillestre.

15. **Variolite.** — Diagnose de M. Termier (Plaque 523).

Porphyrite sphérolitique (Variolite). — Roche presque exclusivement composée de *microlites feldspathiques* d'une extrême finesse groupés en sphérolithes à croix noire, plus ou moins réguliers, jointifs ou se compénétrant mutuellement. Les fibres sont négatives

et allongées suivant pg^1. La plupart s'éteignent très près de zéro. Quelques-unes, tout à fait exceptionnelles, vont à 14°.

Ce Feldspath n'est pas toujours maclé. Il présente quelquefois l'assemblage de Karlsbad. Tous les caractères le rapportent à l'*Andésine*, sauf à attribuer à un Labrador acide les microlites exceptionnels à très grande extinction.

Il y a un peu (très peu) d'*Ilménite* : On observe de nombreux vides rhombiques, pseudo-hexagonaux, quelquefois comblés par un mélange de Chlorite et d'Epidote, plus rarement par un peu d'Amphibole (Actinote). J'ignore absolument le minéral dont la décomposition a laissé de pareils vides.

La roche est probablement une Porphyrite pyroxénique du Pelvoux (environ du col du Sellar), variété sphérolitique des salbandes. Peut-être aussi une Variolite du Mont Genèvre.

16. **Porphyrite variolitique.** — M. Michel-Lévy a examiné une préparation de cette roche et y a reconnu une très belle Porphyrite variolitique du type de celles des Gets et du Mont Genèvre. — Commun.

Provenance probable : Mont Genèvre.

Les *Variolites* ayant été décrites antérieurement par M. Michel Lévy, nous n'insisterons pas davantage malgré leur *grande abondance*.

17. **Porphyrite arborisée.** — Cette belle roche est malheureusement dans un état de décomposition avancée. Elle est entièrement formée de fibres feldspathiques affectant la structure arborisée. Ces fibres sont marquées et séparées par des grains opaques ; soit aussi par de la Calcite et un peu d'Epidote. Elles sont nettement allongées selon pg^1, négatives en long et s'éteignent à 0° ; la macle de Karlsbad est parfois visible, celle de l'Albite ne l'est pas. Par places se développent des veines remplies de belles Épidotes en gros cristaux verdâtres, puis du Quartz secondaire, avec quelques grains de Calcite. (Diagnose de M. Duparc).

Provenance probable : massif du Mont Genèvre.

18. **Porphyrite** (dite de Guillestre ?)

Roche rouge, montrant à l'œil nu quelques sections feldspathiques.

L'état de décomposition en rend toute détermination précise impossible.

La première consolidation montre quelques grandes sections d'un Feldspath-plagioclase indéterminable ou à peu près, qui est peut-être une Andésine, puis des amas d'oxyde de fer affectant des contours rappelant un Pyroxène. La pâte est de nature feldsphatique,

saturée de produits de décomposition, notamment d'oxyde de fer qui communique à la roche sa couleur rouge, puis de Calcite et Chlorite et du Quartz secondaire.

Provenance probable : Vallée du Guil, entre Maison du Roy et Guillestre.

19. **Porphyrite.** — Cette roche est également très fortement décomposée. La première consolidation comprend des grands cristaux feldspathiques maclés selon l'Albite. Dans la zone de symétrie, des extinctions mesurées entre deux lamelles hémitropes atteignent 34° La variété répond donc à une Andésine. La pâte est formée par des grains de Magnétite ; de la Calcite en abondance, puis des microlithes feldspathiques maclés selon Karlsbad et en très mauvais état de conservation et enfin du Quartz secondaire. (Diagnose de M. Duparc).

Probablement de Guillestre.

Provenance inconnue.

20. **Spilite** (35). (Mélaphyre). — Un échantillon typique, avec amygdales de Calcite; la roche est altérée et mouchetée de Sidérose.

Provenance probable : Environs de Remollon.

21. **Gneiss granulitiques** à mica chloritisé.—(Commun): Pelvoux.

22. **Schiste à Séricite.** — Échantillons variés. (Assez rare) : Massif du Pelvoux.

23. **Amphibolite feldspathique.**

Microscopiquement la roche ressemble à une Diorite, elle est essentiellement feldspathique et renferme de la belle *Hornblende verte.* Une très légère schistosité est indiquée par une orientation parallèle des cristaux d'Amphibole.

Au microscope : *Apatite* assez abondante en cristaux relativement volumineux, inclus dans l'Amphibole ou libres dans la roche. *Amphibole* de grande taille ; outre l'Apatite elle renferme en inclusions quelques grains de *Sphène* alignés dans les clivages en chapelets. Sur g^1 (010) l'extinction de n_g se fait à 22° de l'allongement; le polychroïsme est intense; n_g = vert foncé ; n^p = jaunâtre très pâle. Le ou les Feldspaths, vu leur état de décomposition, sont peu déterminables. Ils forment des plages irrégulières paraissant plus jeunes que l'Amphibole dans laquelle ils pénètrent. Quelques rares macles de l'Albite donnent, dans la zone de symétrie, des extinctions voisines de l'Oligoclase; la roche renferme également de l'*Orthose* puis du *Quartz* rare et disséminé, souvent brisé, les tronçons ressoudés par de l'Epidote. Ce dernier minéral est du reste fort

répandu et présente par places quelques gros cristaux grisâtres; il est accompagné comme élément secondaire par des grains de Calcite et une multitude de grains d'Hématite brune. Diagnose de M. Duparc.

Provenance : Massif du Pelvoux.

24. **Amphibolite.**

Au microscope cette roche ressemble à la précédente, elle renferme en plus de la *Biotite* qui s'associe à l'Amphibole sous forme de lamelles déchiquetées, très polychroïques dans les tons brun foncé; elle est rigoureusement à un axe optique. La *Hornblende* présente les mêmes caractères que la précédente, les inclusions y sont plus rares. Les *Feldspaths* orthose et oligoclase très altérés forment la masse principale. Le *Quartz* s'y rencontre aussi en petite quantité. Diagnose de M. Duparc.

Provenance : Massif du Pelvoux.

25. **Conglomérat quartzeux** (N° B). — Cette roche est un véritable quartzite à galets fortement roulés et arrondis. Ceux ci sont constitués par de l'Orthose et principalement par du Quartz avec inclusions liquides. Ces galets sont directement pressés les uns contre les autres, il n'y a que peu ou point de ciment, de nature séricitique, calé dans les interstices. Diagnose de M. Duparc.

Provenance probable : l'Argentière.

26. **Conglomérat** (N° 44 M). — Cette roche est également détritique, mais foncièrement différente de la précédente. Elle renferme une multitude de très petits galets de Quartz plus ou moins arrondis réunis par un ciment formant l'élément principal, qui est de nature argileuse et amorphe. La masse entière est criblée de nodules arrondis composés essentiellement de grains de Calcite mêlés à quelques grains roulés de Quartz. Diagnose de M. Duparc.

Provenance probable : Flysch de l'Embrunais.

27. **Quartzite du Trias** (N° 44). Typique. — C'est le classique quartzite blanc de la zone du Briançonnais. Contrairement à ce qui a lieu pour les alluvions pliocènes, il est ici assez rare.

28. **Grès houiller** (N° 39 T). — Ce grès est entièrement composé d'arènes granitiques dont les divers éléments sont légèrement roulés. Les principaux éléments constituants en sont le *Microcline*, l'*Orthose*, l'*Oligoclase*, et surtout le *Quartz*, ce dernier élément le plus fortement roulé. La Muscovite est plus rare. Ces éléments sont pressés les uns contre les autres et ressoudés par de la *Calcite*, qui est abondante ici, tandis que le ciment séricitique, si caracté-

ristique pour les grès houillers de la première zone alpine, manque ici. En sus des éléments précités, la roche renferme aussi quelques galets complexes, soit des plages granitiques entières, soit des fragments de Pegmatite, soit encore des *galets* d'une *superbe Microgranulite* (1). Celle-ci renferme en abondance les grands cristaux de la première consolidation : Orthose (Oligoclase Andésine), (Extinctions de 32° entre deux lamelles hémitropes, dans la zone de symétrie), puis Quartz bipyramidé. La pâte microgranulitique, très fine, est décomposée. (Diagnose de M. Duparc).

Provenance probable : Briançonnais. Age *sûrement* houiller.

28. **Grès** (N° F. 36).

Les éléments de cette roche sont fortement arrondis, de nature granitique. Les galets de Microcline, Oligoclase, Orthose, Quartz, puis les quelques lamelles de Muscovite qui les accompagnent, sont réunis par de la Calcite et des produits ferrugineux. (Diagnose de M. Duparc).

Provenance probable : Terrain houiller du Briançonnais.

29. **Grès permien** (N° 2).

Lie de vin foncé, à éléments quartzeux.

Provenance : Environs de l'Argentière (Hautes-Alpes).

30. **Quartzite** (N° L. 4).

Cette roche est d'aspect très cristallin, formée par des grains et plages d'Orthose et de Quartz, directement pressés les uns contre les autres sans l'intermédiaire d'un ciment et simulant par places une véritable roche cristalline (Diagnose de M. Duparc).

Caractérise la base du Trias inférieur (niveau du Grès vosgien), dans le Briançonnais.

31. **Poudingue quartzeux.**

Type des poudingues houillers du Briançonnais.

32. **Grès** (N° S.).

Ce grès renferme de grandes plages peu roulées de Microcline, de l'Orthose à filonnets, d'Albite, de l'Oligoclase et de Quartz en galets plus petits. Le tout est réuni par un ciment calcaire. (Diagnose de M. Duparc).

Probablement du Houiller du Briançonnais.

(1) Ce fait est d'une grande importance, car il peut servir à *dater la venue* des *Microgranulites* citées plus haut et dont le gisement n'a pas encore été découvert. Elles auraient, dans les Alpes, le même âge que dans le Plateau central. Il contraste avec ce qui s'observe dans les conglomérats du Houiller de la région du Mont-Blanc, où au contraire les galets de microgranulite sont une rareté. W. K. L. D.

33. **Grès à ciment calcaire** (N° 45).
D'une teinte gris-jaunâtre, sillonné de veines de Calcite.
Eocène de l'Embrunais.

34. **Grès du Flysch.** (N° O. 20).
Ce grès se distingue des autres par l'abondance extraordinaire du ciment calcaire qui réunit les divers éléments roulés. Ces derniers sont représentés par du Quartz, de l'Oligoclase et de l'Orthose, auxquels viennent se joindre des plages d'une substance verte parfois colloïde, parfois serpentineuse, puis de la Magnétite. Le ciment calcaire est formé par la réunion de grains et de cristaux de Calcite. (Diagnose de M. Duparc).
Provenance : Embrunais.

35. **Conglomérat** (N° 37) à ciment calcaire, spathique et galets noir-brun siliceux.
Probablement encore Embrunais ?

36. **Schiste calcaire** (N° C. 10).
Ce schiste, essentiellement calcaire, est formé par la réunion d'une multitude de grains de Calcite, formant par places une véritable masse homogène, qui, dans d'autres endroits, est mêlée à quelques petits cristaux d'Albite à macles très fines; puis à de la Zoïsite informe et à de l'Amphibole à longues aiguilles, s'éteignant à 22° de l'allongement positif. Le polychroïsme est très faible n_g bleuâtre n_p incolore, plan des axes en large; bissectrice aiguë négative n_g-n_p normal. Par places cette Amphibole est assez abondante; il est à remarquer que les aiguilles en sont d'autant plus belles que la Calcite qui l'environne est plus abondante. « Schiste lustré? » (Diagnose de M. Duparc).
Vient peut-être du Queyras ou de la Cerveyrette.

37. **Schiste X.** — M. Michel Lévy a reconnu dans une de nos préparations un schiste silicifié du type X de la légende de la Carte géologique de France, c'est-à-dire appartenant aux terrains les plus anciens des Alpes (Précambrien ??). — (Rare).
Provenance probable : Massif du Pelvoux.

38. **Quartz des filons** avec Sidérose et Calcite (N° 34). Il est facile de reconnaître un fragment de filon de sécrétion; semblable à ceux qui traversent les grès du Nummulitique et du Flysch dans la Vallouise et l'Embrunais.

39. **Phtanite** (N° 8). — Peut-être du Houiller de Prelles (???)

40. **Jaspes rouges.** — Sont sans doute arrachés au Permien du

Briançonnais, dont les Conglomérats renferment des galets de Jaspes et d'Argilophyres.

41. **Argilotithes permiennes**, micacées (N° 32). Lie de vin appartenant à un type très répandu à la base du Permien, près de l'Argentière, de Briançon, etc.

42. **Cargneules** (N° 18). — Du Trias moyen ou supérieur. Ces formations se rencontrent dans tout le bassin de la Durance; on ne peut donc préciser le lieu d'origine de l'échantillon.

43. **Calcaire triasique**, dit (N° 11) du Briançonnais; cristallin et d'une teinte noirâtre, moirée. Ce calcaire est bien connu de tous ceux qui ont visité les environs de Briançon, de Château-Queyras, etc.

44. **Calcaire siliceux rose** grenu, légèrement saccharoïde (N° 1); rappelle les marbres siliceux de la base du Trias moyen. (Rare). Probablement du Queyras.

45. **Calcaire noir**, (N° 19), mat, compact, du Lias à facies dauphinois, des environs de Gap.—(Assez rare).

46. **Calcaires du Lias** (N° 12, N° 13, N° 42), en échantillons nombreux. Tous ont une couleur noirâtre, une texture tantôt grenue, tantôt spathique; l'un d'eux est légèrement coralligène. Un autre (N° 42) montre des filonnets de Calcite.

Provenance : Briançonnais et versant S. du Pelvoux.

47. **Calcaires du Jurassique supérieur** subalpin, (N° 38).—D'un gris sale, sublithographique. Vient de la zone à *Am. polyplocus*. Un autre (N° 25), du Tithonique, a un aspect plus clair et une teinte jaunâtre.

48. **Silex noirs** (N° 17), à éclat résineux. Provient de rognons dans le Jurassique, probablement le Lias, du Gapençais.

49. **Calcaire** d'un brun rougeâtre (34, 29, 40), évidemment altéré; noirâtre au centre. Provient des géodes du Callovien et de l'Oxfordien, probablement de la région de Ventavon (Commun).

50. **Calcaire de Guillestre (Jurassique supérieur)** franc, avec ses amygdales de teinte blanchâtre, à grain très fin et son ciment lie de vie schistoïde, abondant.

Provenance probable : Massif de Chabrières (Chorges) et environs de Guillestre.

Aux types énumérés sur cette liste, il faut ajouter une notable proportion de calcaires jurassiques supérieurs de provenance *subalpine* amenés surtout par le Buech. Comme on pouvait s'y

attendre, ce sont les roches éruptives et, parmi les sédimentaires, les roches siliceuses qui dominent comme les éléments alpins dans les alluvions de Sisteron, alors que cependant les calcaires, les marno-calcaires ont un développement au moins égal à celui des autres formations dans le bassin de la Durance. Cette rareté relative tient évidemment à la moindre dureté et à la plus grande altérabilité des premiers.

En ce qui concerne les *Roches vertes* (Euphotides, Gabbros, Serpentines, Variolites, etc.), dites « du Mont Genèvre », je ferai remarquer que le régime hydrographique actuel de la Durance et de ses affluents rend beaucoup plus probable leur charriage par le Guil et la Cerveyrette (dans le lit desquels j'en ai constaté l'abondance) que par la Durance elle-même, cette rivière n'ayant en amont de son confluent avec la Cerveyrette, ni le volume d'eau, ni la pente suffisante pour servir de véhicule à une aussi grande masse de roches vertes. Je crois donc que la plupart des échantillons cités plus haut comme venant du « Massif du Mont-Genèvre » *ne proviennent pas du col de ce nom,* mais bien de la partie du même massif située plus au sud (Chenaillet) par l'intermédiaire de la Cerveyrette. D'autres en grand nombre arrivent du Haut-Queyras, par le Guil.

Quant aux comparaisons qui peuvent être faites avec d'autres parties des Alpes, voici ce que m'écrivit M. Duparc à ce sujet :

« Je remarque un fait : c'est que les *Conglomérats* figurant comme » houillers et permiens ne ressemblent pas, sous le microscope, à » ceux que je connais dans la première zone alpine ; il est du reste » possible que dans l'endroit même d'où ils proviennent ils soient » diffférents.

» La jolie *Porphyrite arborisée* que vous trouverez décrite ressemble beaucoup à celle des Gets, en Savoie. Quant aux *Gabbros*, » *Serpentines* et *Amphibolites*, je ne saurais les distinguer de celles » que je connais dans la chaîne de Belledonne, et dont j'ai, du » reste, une quantité considérable de coupes. La *Granulite* vient » évidemment du Massif du Pelvoux ou de l'Oisans.

» En somme, les roches sont moins variées que je ne l'aurais » pensé de prime abord ; tout a-t-il été récolté, c'est ce que j'ignore. »

On voit que l'analyse des Alluvions modernes de la Durance, quoique ayant semblé peut-être, au premier abord, ne devoir fournir que des résultats d'un intérêt médiocre, a permis d'établir *quelques faits importants pour la Géologie alpine.* Ces données nouvelles sont les suivantes :

a. Présence de la *Microgranulite* basique dans le bassin de la Durance.
b. Existence de la *Kersantite* dans la même région.
c. Existence de l'*Ophite* dans les Alpes françaises.
d. Existence de galets de Microgranulite dans un conglomérat houiller du bassin de la Durance, démontrant l'âge préhouiller de cette roche dans notre région.

Ces types pétrographiques viennent grossir encore la liste des roches éruptives de nos Alpes françaises, qui a récemment subi de nombreux accroissements, grâce aux découvertes amenées par les explorations détaillées des membres du Service de la Carte géologique (1).

Il sera intéressant, à un autre point de vue, de tenter une analyse analogue à celle-ci sur les alluvions anciennes des *trois terrasses fluvio-glaciaires*, à première vue assez différentes de composition, des environs de Sisteron : terrasse pliocène de Mison, haute terrasse de Saint-Domnin, basse terrasse de la Gare. La composition de ces cailloutis nous renseignerait sur le régime des glaciers briançonnais pendant la durée des trois glaciations dont le bassin de la Durance porte encore les traces non équivoques.

LISTE DES GALETS RECUEILLIS PAR M. TARDIEU

avec l'indication de leur provenance probable et de leur fréquence dans les Alluvions de Sisteron.

1. *Granite*. (rare). — Pelvoux.
2. *Protogine*. (commune). — Pelvoux.
3. *Protogine* à grains fins. (assez commune). — Pelvoux.
4. *Granulite* à grains fins. (assez rare). — Pelvoux.
5. *Granulite*. (assez rare). — Pelvoux.
6. *Microgranulite* basique. (rare). — *Gisement inconnu*.
7. *Microgranulite*. (rare). — *Gisement inconnu*.
8. *Kersantite*. (rare). — *Gisement inconnu*.
9. *Ophite*. (très rare). — *Gisement inconnu*.
10. *Serpentine*. (très commune).
11. *Gabbro*. (assez commun) — Mont Genèvre.

(1) Découverte d'Orthophyres aux Grandes-Rousses (M. Termier), de Microgranulite près du Lautaret (M. Termier), d'Orthophyres au Mont-Thabor (M. Kilian), de Diorite anorthosique à Bourg-Saint-Maurice (MM. Kilian et Révil), de Minette à Chaillol-Viel (MM. P. Lory et Termier), de Porphyrites à Réotier, Château-Queyras, les Blavettes (Haute-Ubaye), (MM. Kilian et Termier); de Mélaphyre à Château-Queyras (MM. Kilian et Termier), d'Argilophyre dans les conglomérats permiens de la Ponsonnière (M. Kilian), etc.

12. *Euphotide* (Cerveyrette). Très commun. — Mont Genèvre, Chenaillet.
13. *Mélaphyre* ou *Euphotide* laminée. (rare). — Réotier, Plan-de-Phazy.
14. *Porphyrite* (de Guillestre). rare.
15. *Porphyrite arborisée.* (assez rare). — Mont Genèvre, Cerveyrette.
16. *Variolite.* (commun). Avec ses variétés : Porphyrite pyroxénique, sphérolitique, arborisée, etc. — Mont Genèvre, Col du Sellard?
17. *Quartz des filons.* (commun). — Embrunais.
18. *Spilite.* (rare). — Environs de Remollon.
19. *Amphibolite.* (commun). — Massif du Pelvoux.
20. *Gneiss amphibolique.* (très commun). — Massif du Pelvoux.
21. *Gneiss granulitique* à mica chloriteux. (commun). — Massif du Pelvoux.
22. *Schiste chloriteux.* (commun). — Massif du Pelvoux.
23. — à séricite. (commun). id.
24. — micacé X. (commun). id.
25. *Conglomérat porphyrique* laminé du Plan de Phazy.
26. *Conglomérat quartzeux* du Permien de l'Argentière. (assez commun).
27. *Poudingues* et *Grès quartzeux* de la base du Trias (niveau du Grès vosgien). Rare. Briançonnais.
28. *Quartzite.* (assez rare). — Trias inférieur du Briançonnais.
29. *Conglomérat houiller* (typique). Assez commun. — Briançonnais.
30. *Grès houiller.* (assez commun). — Briançonnais.
31. *Grès du Flysch.* (assez rare). — Embrunais.
32. *Grès nummulitique.* (assez commun). — Embrunais.
33. *Conglomérat du Flysch.* (assez rare). — Embrunais.
34. *Silex noir.* (rare). — Gapençais.
35. *Jaspe.* (rare). — Permien, Briançonnais.
36. *Phtanite.* (rare). — Houiller du Briançonnais??.
37. *Argilolithe.* (assez rare). — Permien, Briançonnais.
38. *Schiste calcaire* (Schiste lustré?). Rare. — Queyras ou Cerveyrette.
39. *Schiste* du type X. (rare). — Massif du Pelvoux.
40. *Cargneule* (du Trias). — Peut provenir d'une foule de points.
41. *Calcaire siliceux* (marbre) de la base du Trias moyen — Bas-Queyras.
42. *Calcaire triasique* (dit du Briançonnais) Commun. — Briançonnais.
43. *Calcaire du Lias.* (commun). — Gapençais et Briançonnais.
44. *Calcaire gris du Jurassique supérieur.* (commun). — Chaînes subalpines.
45. *Calcaire de Guillestre.* (commun). — Environs de Chorges ou de Guillestre.
46. *Calcaire de l'Oxfordien* ou du Callovien. — Entre la Saulce et Sisteron.
47. *Calcaires du Malm subalpin.* (commun). — Bassin du Buech.

ÉTUDE SUR LES ÉTAGES JURASSIQUES

MOYENS ET SUPÉRIEURS

DES CANTONS DE CRÉMIEU ET DE MORESTEL (ISÈRE),

par **DE RIAZ** (1).

Dans une note précédente (2), j'ai décrit les couches argoviennes, (oxfordiennes) de Trept. A la suite de cet essai, j'ai eu l'idée de continuer l'étude de la contrée par les niveaux placés au-dessus des calcaires de Trept. Bien que la connaissance des étages jurassiques supérieurs ait été renouvelée depuis vingt ans, l'étude et la classification minutieuse de leurs divers horizons est encore une des questions les plus actuelles et les plus attrayantes de la Géologie.

Nous avons ici un petit territoire situé à l'extrême limite du Jura géologique, qui présente de l'intérêt : des différences de faciès sur des points rapprochés méritent d'être signalées ; certaines assises, sans valoir le gisement exceptionnel de Trept, sont riches en fossiles, et, sauf les couches virguliennes de Creys, on n'en a guère fait mention jusqu'à présent.

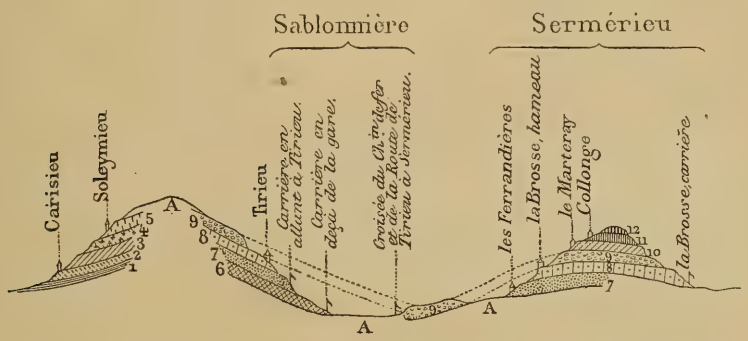
La contrée dont je vais parler est un plateau ondulé, séparé du Jura géographique par les failles où coule le Rhône, failles qui l'ont abaissée de plusieurs centaines de mètres par rapport au Jura proprement dit. Son altitude maximum est de 400 mètres, ce qui donne un relief très modéré, le lit du fleuve étant à la cote 200. Ses limites sont : au sud, les coteaux de Salagnon et d'Aulouise, à l'est, Morestel et Brangues ; à l'ouest, je m'arrête à une ligne nord-sud, allant de Montalieu à Trept. Cette ligne est marquée par une faille, au-delà de laquelle on trouve les étages bajocien et bathonien bien développés.

(1) Note présentée à la séance du 10 juin 1895. Manuscrit remis le même jour. Epreuves corrigées par l'auteur parvenues au secrétariat le 4 juillet 1895.

(2) *B. S. G. F.*, tome XIX, p. 170.

M. Lory a jadis donné une coupe (1) qui peut passer pour approximative, si l'on traduit ses noms de couches par la nomenclature actuelle. Mais ce schéma, montrant une pente absolument régulière des étages vers l'est, donne une idée trop simple d'une région qui est assez compliquée. Indépendamment de la pente générale à l'est, le plongement se dirige souvent au sud. Beaucoup de petites failles, de plissements, d'accidents locaux se montrent çà et là à l'observateur attentif; et surtout un grand pli synclinal formant une vallée en demi-cercle, de Quirieu à Trept (vallée parcourue par le chemin de fer), doit être signalé comme le phénomène topographique le plus saillant. Ce synclinal s'appuie à l'ouest sur un petit anticlinal dirigé de Courtenay à Soleymieu, lequel joue un rôle important, en délimitant deux faciès différents de couches synchroniques. De l'autre côté du synclinal, à Sermérieu,

Coupe schématique de Carisieu à Sermérieu.



1. Callovien.
2. Calcaires de Trept (Birmensdorf).
3. Marnes d'Effingen.
4. Rauracien pélagique à *P. bimammatum.*
5. Astartien à *P. polygyratus.*
6. Couches de Geissberg.
7. Calcaire coralligène.
8. Calcaire à *Pinna obliquata.*

} Rauracien littoral.

9. Calcaire blanc à *Z. humeralis.*
10. Calcaire marneux à *P. polyplocus.*
11. Calcaire à *Lima.*
12. Calcaire à Silex (Ptérocérien).

} Astartien.

A. Alluvions.

on remarque une légère voûte, assez bien marquée dans le Rauracien supérieur, que l'on voit retomber au sud à la grande carrière de la Brosse où l'Astartien se montre par-dessus. L'étude du pays, assez difficile déjà, l'est rendue plus encore par l'absence de grandes coupes : les superpositions sont bien rarement observables. Enfin,

(1) Description géologique du Dauphiné, T. Ier, pl.

sans parler des cultures, on est gêné sur les coteaux par les alluvions, et dans les fonds par les dépôts vaseux.

La coupe de la page 367, dirigée du nord-ouest au sud-est, de Carisieu à Sermérieu, en passant par Soleymieu, Tirieu et Sablonnière, fera comprendre le rôle du synclinal, et montrera comment les deux faciès du Rauracien et de l'Astartien se correspondent de chaque côté de l'anticlinal (1).

Étage callovien.

Pour être complet, je dois dire quelques mots de l'étage callovien, puisqu'il se trouve à l'est de la faille Trept-Montalieu, et par conséquent rejeté du côté des étages dont je m'occupe. Il ne se présente pas en superposition au Bathonien, mais comme formant le substratum des calcaires de Trept.

Sa partie inférieure (assise à *Macrocephalites macrocephalus*) n'existe pas ici. Le niveau supérieur (assise à *Peltoceras athleta* et *Cardioceras Lamberti*) n'est pas non plus représenté. L'étage est donc réduit aux couches qu'on appelait Callovien supérieur (assise à *Reineckia anceps*), et que M. Riche et d'autres géologues appellent maintenant Callovien moyen, rattachant à cet étage l'horizon du *P. athleta*.

On peut suivre cette assise avec quelques difficultés d'observation, le long de la faille, où elle se présente en bordure. On la voit à Trept, Carisieu, Optevoz. C'est un calcaire jaunâtre, ferrugineux, non oolithique. Les fossiles sont assez nombreux, difficiles à obtenir en bon état, sauf la *Reineckia anceps*, qu'on peut recueillir de grande taille. J'y ai observé en outre :

Peltoceras bibartitum Ziet. r.	*Harpoceras hecticum* Rein. a. c.
Cosmoceras Jason Rein. a. c.	Bélemnites nombreuses, etc.

Ce niveau est bien connu dans le Jura méridional. Je ne remarque pas qu'il offre ici de particularités dignes d'intérêt.

Étage oxfordien.

1. *Marnes inférieures à CRENICERAS RENGGERI.*

J'avais adopté dans ma première note l'opinion de M. Choffat

(1) Les points très voisins sont rapportés sur le plan de la coupe ; quant aux assises les plus élevées, elles sont situées trop en dehors pour avoir pu y être comprises.

sur l'Oxfordien, consistant à voir dans les marnes à *C. Renggeri* et les calcaires de Birmensdorf deux faciès pouvant exister simultanément ou séparément, de telle façon que la présence de l'un des deux seulement n'implique pas de lacune. M. Riche a réfuté cette manière de voir (1). J'ai été un peu ébranlé, d'autant que j'ai découvert récemment l'existence des marnes au bord du Rhône, à Bouvesse, assez loin de Trept, il est vrai, mais dans le cadre même de ces recherches.

On aurait là la coupe suivante :

Couches de Geissberg très puissantes, presque sans fossiles. .	40 mètres
Calcaires marneux d'Elfingen, pétris de Térébratules avec quelques Ammonites	5 »
Je n'ai pas observé ici les argiles inférieures d'Optevoz.	
Calcaires de Trept : bancs beaucoup plus massifs qu'à Trept même, avec délits marneux pétris de Térébratules avec quelques Spongiaires, Céphalopodes relativement rares	10 »
Marnes oxfordiennes recouvertes d'éboulis jusqu'au niveau du Rhône.	8 à 10 »
Fossiles médiocrement abondants, vu le peu de découverte du gisement : *Ammonites*, *Belemnites hastatus*, *Rhynchonella Thurmanni*.	
	65 mètres.

J'avoue néanmoins avoir de la peine à admettre une lacune à Trept, où la stratification paraît continue. J'ai dit qu'on observe, en contact immédiat avec le Callovien, sans surfaces corrodées, des bancs marneux à grosses Bélemnites. Si ces bancs inférieurs correspondent aux marnes à *C. Renggeri* des autres localités, comment se fait-il que les petites Ammonites soient totalement absentes? Au Mont de Plomb (2), on recueille aussi de très beaux échantillons de Bélemnites, mais associés à des Ammonites innombrables.

2. *Couches de* TREPT *ou de* BIRMENSDORF.

Dans ma note sur Trept, j'ai indiqué les principales espèces qu'on peut recueillir dans cette localité. J'en ajouterai quelques-unes à ma première liste :

Sphaenodus longidens Ag. (dent), r. *Belemnites excentricus* Blainv., r.

Perisphinctes plicatilis Sow. — M. Choffat (Faune jurassique du

(1) Étude stratigraphique sur le Jurassique inférieur du Jura méridional, 1893, p. 354 et suiv.

(2) Coupe donnée par M. Choffat. Esquisse du Callovien et de l'Oxfordien dans le Jura méridional, p 109.

Portugal) a figuré (Pl. III, fig. 5) un exemplaire qui correspond exactement à ma variété C.

Quant à l'identité que quelques auteurs veulent établir entre les jeunes du *P. plicatilis* et le *P. Martelli*, je ne suis pas porté à l'admettre d'une manière générale, d'après l'étude de mes nombreux échantillons de Trept. Je ne crois pas que les exemplaires, qui ont 50 côtes au diamètre de 8 cent., revêtent plus tard la livrée du *P. Martelli*, et je continue à considérer comme les jeunes de cette espèce les échantillons qui n'ont à cette grandeur que 35 à 40 côtes et sont plus épais.

Ma variété D me paraît correspondre à la figure de M. Choffat, loc. cit. Pl. X, fig. 1. Sp. nov., aff. *Dybowski*, Siem.

Perisphinctes Delgadoi Choff., r. — Deux exemplaires, l'un ayant les côtes bifurquées très régulièrement, l'autre ayant des côtes bifurquées et trifurquées. Leur forme aplatie correspond très bien à la description de l'auteur, qui compare le fossile à un disque : toutefois l'accroissement est plus rapide dans ses figures que dans mes échantillons.

Perisphinctes sp. nov. *(annulato-costati)* Choffat, loc. cit., Pl. V, fig. 4, a. r. — 2 exemplaires, l'un de 12 cent. de diamètre, l'autre jeune mais typique aussi. Côtes saillantes, trifurquées, caractère fort rare dans les espèces de ce niveau. Croissance rapide donnant à la coquille une forme très ellipsoïdale.

Perisphinctes Tiziani Opp., r. *Perisphinctes Tizianiformis* Choff., r.

Quelques côtes seulement sont trifurquées.

Perisphinctes rhodanicus Dum., a. r. — J'avais dit n'avoir pas rencontré à Trept cette espèce que son auteur en a citée : j'ai recueilli depuis un échantillon qui paraît s'y rapporter.

Simoceras Doublieri d'Orb., a. r.
Haploceras semiplanum Opp., a. r.
Sphæroceras Chapuisi Opp. = *Amm. microstoma impressæ* Quenst., a. r.
Oppelia Gmelini Opp., a. r.

Oppelia n. f. Buk. (1), Pl. VII, fig. 25, t. r. — Cette espèce, que j'ai plus complète que l'échantillon figuré, confirme la ressemblance de la faune de Trept avec celle de la Pologne autrichienne et russe.

Neumayria pseudooculata Buk. (un fragment). — Sans la différence des niveaux, j'aurais été tenté de rapporter cet échantillon à *N. trachynota*, les tubercules paraissant les mêmes.

Neumayria n. sp. c. f. *Amm. Dionysii* Mœsch, in Mayer et E. Favre,

(1) Uber die Jurabildungen von Czentochau, 1887.

t. r. — La description de Mayer et la figure de Favre s'appliquent évidemment à une espèce du genre *Creniceras* voisine de *C. Renggeri*. L'échantillon que je possède de 0,045 de diamètre est une *Neumayria* à côtes fines et très nombreuses, ornée sur la région siphonale d'une dizaine de protubérances dirigées en arrière, exactement comme dans la figure citée (*Paléont. suisse*, T. III, pl. IV).

Neumayria cf. *Anar* Opp., r.
Nerita ovula Buv., t. r.
Terebratula Rollieri Haas, a. c.
Megerlea loricata Schl., r. (recueillie à Optevoz).
Id. *trigonella* Qu., a. r.
Hemicidaris intermedia Forbes, test, t. r. (1).
Cidaris laeviuscula Ag. test, r.
Pseudosalenia asperia Et. test, t. r.
Magnosia decorata Des. test, t. r.

Je dois en revanche retrancher : *Harpoceras* (*Ochetoceras*) *marantianum* qui a été indiqué par erreur.

Les couches de Trept se retrouvent à Optevoz ; elles y sont riches aussi en fossiles. On peut voir par quelques affleurements (Siccieu, Carisieu), que ces deux gisements se relient l'un à l'autre. A Optevoz, comme à Trept, l'Argovien repose sur le Callovien supérieur à *Reineckia anceps*, sans interposition de marnes à *Creniceras Renggeri*.

A Bouvesse, il est superposé aux dites marnes, et contient des Brachiopodes, particulièrement :

Terebratula Stockari Moesch.
Terebratula bicanaliculata Ziet.

3. *Marnes d'EFFINGEN.*

J'ai dit, à propos de Trept, que les couches d'Effingen ne s'y montrent pas (2). Elles sont cependant assez puissantes dans la contrée, et exploitées presque partout pour la fabrication de la chaux hydraulique.

Deux lambeaux, l'un au sud de Trept, l'autre au sud de Saint-Hilaire, n'avaient pas échappé à l'attention de M. Lory. Une petite faille, dirigée de l'est à l'ouest, les a comme rejetés en dehors du massif. Les fossiles y sont rares : il n'y a point ici d'Ammonites pyriteuses. J'ai seulement observé :

Perisphinctes cf. *plicatilis* Sow.
Pholadomya acuminata Hart.

(1) Ces Echinides, ainsi que quelques autres, cités plus loin, ont été déterminés par M. de Loriol, à qui j'offre mes plus vifs remerciements pour son obligeance. Il me fait observer que *Hemicidaris intermedia* et *Pseudosalenia aspera* n'ont jamais été trouvés encore dans les couches de Birmensdorf, et indiqueraient par eux-mêmes un niveau plus élevé (Rauracien).

(2) Une phrase ambiguë pourrait faire supposer que cet horizon n'existe pas dans la région. J'ai seulement voulu dire qu'à Trept même il n'est pas superposé aux calcaires à *P. Martelli* et *Och. canaliculatum*.

A cinq kilomètres au nord de Trept, un peu à l'est de Carisieu, on voit reparaître les marnes d'Effingen. Elles se continuent jusqu'au nord-est d'Optevoz : c'est là qu'elles sont le plus développées, et qu'on peut très bien les observer. Les coteaux à l'est du village sont entièrement formés par les marnes, et des exploitations y sont installées. A partir du vallon, où l'on est sur les calcaires de Trept, on observe 25 mètres environ d'argile avec petites Ammonites pyriteuses.

J'y ai recueilli :

Perisphinctes plicatilis Sow., a. c. *Haploceras Erato* d'Orb., c.
Perisphinctes convolutus Qu., a. c.

et autres dont la détermination sur ces très petits exemplaires n'offre pas beaucoup d'intérêt :

Balanocrinus subteres Gold., a. c.

Puis viennent quelques bancs de plaquettes calcaires très minces, et enfin 15 mètres de marnes sans fossiles, exploitées pour chaux hydraulique. Elles montent jusqu'au sommet du coteau, recouvertes par 0 m. 50 de terre végétale. Les couches que je rapporte au Rauracien, et qui sont beaucoup plus calcaires, se voient déjà à une faible distance, mais non à la carrière même.

Tout à fait au nord, vers le Rhône, à côté et un peu en arrière de Bouvesse, le coteau est entamé par de grandes carrières qui alimentent l'usine de MM. Thorrand et Cie. Ces carrières sont creusées dans les couches d'Effingen, qui sont là plus calcaires et plus compactes qu'à Optevoz.

Sur le revers du coteau qui borde le Rhône, j'ai recueilli :

Perisphinctes Schilli Opp. *Pholadomya acuminata* Hart.
Terebratula Stockari Mœsch.

Au bord même du fleuve, les couches d'Effingen, très réduites (5 mètres d'épaisseur), me paraissent représentées par un calcaire gris de fumée assez fossilifère.

J'y ai recueilli :

Perisphinctes cf. *plicatilis* Sow. *Haploceras falcula* Qu., a. c.

L'auteur et Oppel attribuent cette espèce aux niveaux allemands β. et γ. Toutefois Engel la cite de la couche α′ (1)

Terebratula bisuffarcinata Ziet., t. c.

(1) Geognosticher Wegweiser durch Württemberg, p. 189.

Étage rauracien

A. — Faciès pélagique (Ouest).

Il est remarquable de trouver ici à peu de distance, l'étage rauracien sous les deux faciès : pélagique et littoral.

Le faciès pélagique se voit à l'ouest d'une ligne tracée du bois de Burnoud à Cozance. Les affleurements en sont plus ou moins apparents, mais la continuité ne fait pas de doute : il surmonte ou borde partout les marnes d'Effingen. La ligne que je viens d'indiquer coupe l'étang de la Rama : à première vue, on aurait pu supposer que la dépression où est logé cet étang et l'Étang Neuf qui lui fait suite, dépression qui se continue jusqu'au nord d'Optevoz, est creusée uniquement dans les marnes d'Effingen. Il n'en est rien. Ce vallon, qui, près d'Optevoz, est sur les couches de Trept, coupe successivement en allant au sud-est : les marnes d'Effingen, le Rauracien à *P. bimammatum*, et même l'Astartien à l'extrémité de l'étang.

L'Astartien forme, entre Courtenay et Soleymieu, une crête alignée du nord-est au sud-ouest, qui marque le sommet de la voûte anticlinale. De l'autre côté de cette crête, par conséquent à l'est, se trouve de nouveau le Rauracien, mais cette fois avec son faciès littoral (voir la coupe). Sur ce point, ses relations avec les couches de l'ouest sont difficiles à saisir, car les flancs, et surtout le sommet des coteaux, sont recouverts d'une couche très épaisse de diluvium avec quelques conglomérats tertiaires.

Le Rauracien pélagique est un calcaire marneux, gris de fumée, assez dur quand il est fraîchement extrait, mais s'altérant au contact de l'air et de l'humidité. Parfois les fossiles sont légèrement ferrugineux.

La faune est la suivante (1) :

Perisphinctes cf. *virgulatus* Qu., a. c., la R., Coz. — Je ne puis comparer à une autre espèce un certain nombre d'échantillons de petite taille, à côtes fines et serrées, assez régulièrement bifurquées. Quelques côtes sont simples, aucune n'est trifurquée. Le type de Quenstedt est un peu plus aplati.

Perisphinctes streichensis Opp., t. r. Bill.

Id. *biplex bifurcatus* Qu. Cephalopoden, Pl. XII, fig. 11, non fig. 12, r., la R.

Peltoceras bimammatum Qu., a. r., M. Coz.

Peltoceras semiarmatum Qu., a. r., M. Coz.

(1) M. Montchalin, Bill. Billonay, la R. bords de l'étang de la Rama, Coz. Cozanze.

Harpoceras trimarginatum Opp., r. la R., Coz.
Ochetoceras marantianum d'Orb., a. c. Coz., la R., M.
Ochetoceras cf. *canaliculatum* de B., t. r., M.

Mon exemplaire d'*O.* cf. *canaliculatum* présente cette particularité qu'une partie des côtes ombilicales se continuent par les côtes siphonales en traversant le sillon. Je croirais que c'est là une espèce nouvelle.

Ochetoceras semifalcatum Opp., r., M.
Haploceras falcula Qu., r., M., la R.
Cardioceras alternans de B., a. r., M. Coz.
Aspidoceras rupellense? d'Orb., t. r. Bill.
Oppelia lingulata Qu., r., la R., Coz.
Id. *microdoma* Opp., a. c., la R., M.
Id. *tricristata* Opp., r., la R.
Neumayria Pichleri Opp., r., la R.
Id. *callicera* Opp., r., M., la R.
Id. *Hauffi* Opp., r., la R.
Pleurotomaria alba Qu., r., Coz.
Pecten subarmatus Müns., a. r., Coz.
Pholadomya acuminata Hart., a. r., la R., M.
Id. *tumida* Ag., t. r., M.
Ostrea (*Alectryonia*) *hastellata* Schl., r., Bill.
Terebratula Zieteni de Lor., a. r., Coz. Bill.
Id. *Bourgueti* Et., r., la R.
Id. *Rollieri* Haas, a. c., Bill. Coz.
Id. *bisuffarcinata* Dahl., a. c., Coz.
Id. *bicanaliculata* Z., a. r., Bill., la R.
Id. *farcinata* Douv., a. r., Coz.
Zeilleria Mœschi May. Eym., a. c., la R.

Cette faune n'est pas extrêmement riche, si elle est caractéristique. L'abondance des Brachiopodes est au fond relative, parce qu'ils se présentent en meilleur état de conservation : les Céphalopodes sont très rarement entiers, sauf les jeunes Perisphinctes.

B. — Faciès littoral (Est)

Je divise en trois niveaux le faciès littoral de l'étage Rauracien :

3. Calcaire moellon à *Pinna obliquata*.
2. Calcaire saccharoïde à Polypiers et à Nérinées.
1. Couches de Geissberg.

1. *Couches de Geissberg.* — A Poleyrieu, en face de la gare, et à Sablonnière, en deçà de la gare de ce nom, sont des carrières où cet horizon peut être bien étudié. On le voit aussi à Passins, à gauche, en allant de la gare au village.

Les couches sont assez fossilifères : la faune se compose principalement de Bivalves, avec des Brachiopodes et quelques rares Céphalopodes.

J'ai recueilli les espèces suivantes :

Perisphinctes Tiziani Opp., r., Pol. Sabl.
Perisphinctes planula Hehl in Qu. r., Sabl.
Perisphinctes cf. *balderus* Opp., r., Sabl.
Pholadomya paucicosta Roem. (type, et aussi forme. Pl. XXV, fig. 18, in Moesch), a. c., Pol. Sabl.
Pholadomya Protei Brong., a. c., Pol.
Id. *cor* Ag., a. c., Pol.
Id. *cardissoïdes* Ag., a. r., Pol.
Id. *hemicardia* Roem., a. c., Pol., Sabl.
Id. *pelagica* Ag., a. r., Pol.
Homomya hortulana Ag., c., Pol.
Pleuromya tellina Ag., r., Pol.
Ceromya tenuistriata Buv , r., Pol.
Goniomya marginata Ag., a. r., Pol.
Goniomya trapezina Buv., r., Pol.
Anatina striata Ag., a. r., Sabl.
Thracia pinguis Ag., a. c., Pol.
Arca rhomboïdalis Cont., r., Pol.
Pecten virdunensis Buv., r., Pass.
Id. *subarmatus* Müns., r., Pol.
Lima tumida Roem., a. r., Sabl.
Terebratula Zieteni de Lor., c., Pol.
Id. *Baltzeri* Haas., c., Pol.
Id. *semizella* Et., a. c., Pol.
Id. *semicincta* Douv., r., Pol.
Id. *bicanaliculata* Z., t. c. Pol.; de très grande taille, Pass.
Terebratula bisuffarcinata Schl., a. r., Pol.
Id. *farcinata* Douv., a. c., Pol.
Id. *Grossouvrei* Douv., t. r., Pol.
Zeilleria Hudlestoni Walk., r., Pol.
Hemithyris sp. r., Pol.
Collyrites bicordata L. (1) a. r., Pol.

C'est la faune typique des assises appelées Geissberg par les géologues suisses, niveau très constant dans le Jura méridional (environs de Saint-Rambert, Tenay, Brénod, etc.). Il n'est donc point extraordinaire de le retrouver ici avec les mêmes caractères. Cependant dans les localités que je viens de citer, il est plus argileux, et ordinairement grisâtre, de sorte que la démarcation avec les couches d'Effingen est alors assez difficile à saisir. Ici c'est un calcaire toujours blanc ou café au lait très clair, quelquefois un peu crayeux, et ne pouvant être un instant confondu avec les marnes grises à ciment.

La cassure est polyédrique avec quelques veines spathiques. Cet horizon est activement exploité comme pierre à chaux.

2. *Calcaires à Polypiers et à Nérinées.* — A 500 mètres de la gare de Sablonnière, on remarque à côté de la grande route qui se dirige au nord, un bombement de rocher exploité pour ballast. C'est un récif de Polypiers. La pierre est dure, compacte, saccharoïde (2). Les Polypiers, très empâtés, sont rarement déterminables. Je rattache au même niveau les rochers qui s'étendent près du chemin de fer (embranchement de Montalieu) et d'autres affleure-

(1) Les Echinides sont rares. Je remarque l'absence dans tout le Raurcien de *Cidaris florigemma* et de *Hemicidaris crenularis* pour ne parler que de ceux-là.

(2) L'on sait qu'il y a une relation entre la structure saccharoïde de la roche et les formations de Polypiers.

ments de la région : Arandon, les Ferrandières. A cet endroit (route de Tirieu à Sermérieu, et un peu à gauche), les couches se voient avec un plongement de 30 degrés au nord-ouest, qui explique bien qu'elles passent sous l'Astartien à *Zeilleria humeralis*, voisin de la voie ferrée et inférieur en altitude (voir la coupe). Ce niveau présente avec des Polypiers des coupes de Nérinées de petite taille, et quelques autres fossiles en petit nombre. Je ferai observer qu'on ne rencontre pas de Diceras à ce niveau, où l'on pourrait s'attendre à en trouver : au reste, il n'y a nulle part de traces de Diceras dans d'autres étages.

Voici les espèces que j'ai pu reconnaître :

Pleuromya tellina Ag., Ar.
Homomya sp., Ar.
Lima vicinalis Th., Ar.
Cardium cf. *corallinum*, Ar.
Ostrea de très grande taille *suborbicularis? = Rœm. colossa?* de Lor., Sabl.
Terebratula bisuffarcinata Schl., Sabl.
Id. *subsella* Leym., Ar.
Rhynchonella inconstans Sow., Sabl.
Rhynchonella pectunculoïdes Et., Ar.
Isastraea explanata Gold., Sabl.

Ce faciès coralligène se voit aussi sur le coteau de Quirieu, en amont de Bouvesse. L'altitude supérieure et le plongement des couches au sud, amènent là des assises plus récentes que celles qui couronnent le coteau au nord-ouest. Malheureusement il n'y a pas de bonne coupe à cet endroit. J'ai observé néanmoins des blocs entièrement constitués par des Polypiers (*Thecosmilia?*). Je crois avoir reconnu aussi *Montlivaultia dilatata* Mich. Quelques coupes de Nérinées et des moules de *Turbo* ou *Pleurotomaria* se montrent avec.

Ces couches, dont je n'ai pu voir le substratum, me paraissent faire partie de l'étage rauracien, car j'ai recueilli au point le plus élevé de la colline un exemplaire de *Zeilleria humeralis*. Donc ces Polypiers n'appartiennent pas au deuxième niveau coralligène de la contrée (Ptérocérien). Le voisinage des couches de Geissberg en serait déjà une forte probabilité, car je ne soupçonne pas de faille ici. Il manque à mes observations les couches à *Pinna*, pour que la série soit complète sur ce coteau.

Je me suis demandé si ces récifs, avec leur formation de mer agitée (on y trouve des cailloux roulés), ne doivent pas être regardés comme synchroniques des couches de Geissberg n° 1, qui représenteraient la mer calme avec fond vaseux de la même époque. N'ayant pas de raison décisive à faire valoir, je préfère présenter la succession des couches telle qu'elle m'apparaît. Dans une monographie, la reproduction exacte des faits doit passer avant tout le reste : or, je crois fermement que ce niveau est placé

au-dessus des couches de Geissberg, bien que la superposition ne soit pas nettement observable.

Je rattache à cette assise des calcaires blonds, à plaquettes couvertes de petits Bivalves (Cardium ? Corbis ?), qui se voient notamment à Chanizieu et à Faverges.

3. *Calcaire dur à* PINNA OBLIQUATA. — Ce calcaire est exploité pour moellons à Tirieu, à La Brosse (commune de Sermérieu). On peut aussi l'observer à Mépieu, au bord du Grand Etang. Il forme des bancs suffisamment épais et réguliers, séparés par de minces délits marneux. C'est une bonne pierre de construction. Par ses gros bancs qui lui donnent un aspect facilement reconnaissable, cette assise se distingue, et des niveaux précédents, et de l'Astartien qui vient au-dessus, en sorte qu'on peut la reconnaître même en l'absence des *Pinna*.

Voici la liste des fossiles que cette couche m'a fournis (1) :

Perisphinctes colubrinus Rein., r., la Br.
Pterocera (*Harpagodes*) *aranea* d'Orb., a. r., la Br.
Pleurotomaria Münsteri Rœm., r., la Br.
Id. *philea* d'Orb., r., la Br.
Pholadomya paucicosta Rœm., a., c. la Br., C.
Id. *Protei* Brong., a. r., la Br., Tir.
Id. *cardissoïdes* Ag., a. c., la Br., C.
Id. *hemicardia* Rœm., a. r., C.
Id. *canaliculata* Rœm., a. r., la Br., C.
Homomya hortulana Ag., r., la Br.
Id. *corallina* de Lor., r., la Br.
Pleuromya tremula Buv., r., Tir.
Id. *tellina* Ag., a. r., la Br.
Id. *sinuosa* Ag., c., la Br., C., Tir., Fav.
Pinna obliquata Desg., c., la Br., Tir.
Pinna lanceolata Sow., a. r., la Br., L.
Mytilus subaequiplucatus Gold., a. r., la Br., Tir.
Gervilia linearis? Buv., r., la Br.
Arca concinna Phil., c., la Br., C., L., Fav.
Trigonia Bronni Ag., r., la Br.
Id. *papillata* Ag., r., la Br.
Astarte supracorallina d'Orb., a. c., C.
Id. *cingulata* Ctj., a. c., C.
Pecten vitreus Rœm., t. c., la Br., Tir., L., Fav.
Id. *subarmatus* Müns., a. c., la Br., Tir.
Id. *subtextorius* Müns., a. r., la B.
Id. *erinaceus* Buv., a. r., la Br.
Id. *inœquicostatus* Phil., a. c., la Br., Tir., L.
Lima vicinalis Th., r., L.
Terebratula subsella Leym., a. c., la Br., Tir.
Id. cf. *semisella* Et. in Haas. r., la Br.
Id. *bisuffarcinata* Schl., a. r., la Br.
Zeilleria cf. *sorlinensis* Haas., t. r., la Br.
Rhynchonella inconstans Sow., a. r., Tir.
Id. *corallina* Leym., a. r., la Br., Tir., C.
Id. *pectunculoides* Et., r., Tir.

(1) la Br. la Brosse, cne de Sermérieu ; Tir. Tirieu, cne de Soleymieu ; C. Courtenay ; L. Lancin ; Fav. Faverges.

Discussion et conclusions. — J'ai placé les couches de Geissberg dans le Rauracien, et peut-être tout le monde ne sera-t-il pas de mon avis.

J'ai fait remarquer dans ma note sur Trept que l'Oxfordien, lorsqu'il est agrandi par les marnes dites d'Effingen, est déjà très considérable. M. Girardot, dans ses coupes minutieuses du Jura, donne à l'Oxfordien, en y comprenant le niveau de Geissberg, 203 mètres de puissance, et seulement 31 mètres au Rauracien. On conviendra que c'est bien disproportionné. En transposant les 68 mètres attribués au Geissberg, nous arrivons à 135 mètres pour l'Oxfordien et 99 pour le Rauracien, ce qui ferait des unités moins dissemblables. Je n'insiste pas sur cet argument. Nos divisions sont toujours plus ou moins artificielles, et nous ne pouvons avoir la prétention que nos unités représentent des éléments équivalents comme durées ou comme épaisseur de formations.

Ceci est tellement vrai que j'ai ici, pour cet étage rauracien, des épaisseurs différentes suivant les faciès : 20 mètres seulement pour le Rauracien pélagique, et 50 à 65 pour le faciès littoral du même Rauracien.

Je ne vois pas, il est vrai, de difficulté à donner une explication de ce fait. Evidemment les sédiments de mer profonde sont beaucoup plus lents à se former que les couches situées dans le voisinage d'un rivage ou de récifs de Polypiers. Le voisinage est attesté ici, pour la région E., et par les Polypiers, et par la présence de galets roulés. Il existait un haut fond, marqué par la ligne Courtenay-Soleymieu, qui s'est continué pendant l'époque astartienne, et a servi plus tard de point d'appui à la voûte anticlinale. A l'ouest de cette ligne, la mer avait une profondeur beaucoup plus grande que dans la direction opposée, et des faunes différentes se développaient des deux côtés.

La question litigieuse est celle-ci : les couches de Geissberg, faciès vaseux, sont-elles synchroniques de celles à *Peltoceras bimammatum?*

Je vois bien que plusieurs géologues les placent au-dessous. Mais combien de fois ai-je observé que ces auteurs tiennent le langage suivant : « Au-dessus de ces couches (Geissberg) vient le niveau du *Peltoceras bimammatum*, ou du moins, c'est ici la place de ce fossile que nous n'avons pas encore rencontré dans notre région..... ! » N'est-ce pas une pétition de principe ? En disant cela, ne suppose-t-on pas pour vrai ce qu'il faut démontrer : que l'horizon du *Peltoceras bimammatum* est supérieur à celui de Geissberg ?

On me demandera d'apporter des preuves de fait. Je n'ai pas trouvé, il est vrai, *Peltoceras bimammatum* à Sablonnière ou à Poleyrieu, où il pourrait se rencontrer parmi les quelques Céphalopodes qui ont échoué au milieu des Pholadomyes, mais j'ai recueilli à Lévigny, près Mâcon, dans des couches absolument identiques, une forme extrêmement voisine que j'ai rapportée à *Peltoceras berrense* (Ernest Favre), espèce du même niveau.

M. Tombeck (1) dit avoir trouvé à Lévigny :

Ammonites marantianus — *Ammonites tricristatus*, etc.
Id. *bimammatus*

Si le fait était bien exact (2), il n'y aurait aucun doute sur l'assimilation que je propose, car la couche supérieure de Lévigny renferme la faune de Pholadomyes et d'Echinides de Geissberg. Du reste les géologues qui s'en sont occupés en dernier lieu, MM. Arcelin, Lacroix, etc., l'ont rattachée au Corallien.

Admettons que la preuve ne soit pas suffisante, et revenons aux vrais principes de nos classifications. Est-ce que les faciès pélagiques à Céphalopodes ne doivent pas seuls caractériser les étages et les sous-étages ? Considérons ici la succession des couches à l'ouest : la continuité des assises pélagiques y est remarquable du Callovien à l'Astartien. Eh bien, y a-t-il là une intercalation entre les marnes à Ammonites pyriteuses d'Effingen et les calcaires à *Peltoceras bimammatum* ?

M'objectera-t-on qu'il doit exister une lacune, parce que les couches de Geissberg ne sont pas représentées ? Admet-on une lacune sur ce point à Crussol par exemple ? (3)

Quand on se trouve en présence du faciès, dit de Geissberg, à Myacées, on ne doit pas dire : « Quel nom faut-il donner à cet horizon ? » Mais : « A quel niveau pélagique correspond-il ? » Je ne peux voir pour ma part aucune raison décisive pour considérer cet horizon de Geissberg comme oxfordien. Les Pholadomyes ne sont pas des fossiles caractéristiques : certaines espèces de ce niveau se rencontrent dans des couches plus anciennes, d'autres, en bien plus grand nombre, montent plus haut. Puisque l'on constate partout, dans le Jura, la superposition des couches de Geissberg à celles d'Effingen, les premières sont incontestablement plus récentes. Or,

(1) *B. S. G. F.*, tome IV, p. 556.

(2) Je viens de recueillir à Lévigny, une empreinte très nette de *Peltoceras bimammatum*. Note ajoutée pendant l'impression.

(3) Dans le Jura souabe, je ne crois pas non plus que rien dans ces niveaux rappelle le faciès de Geissberg.

les autres sont des couches de mer profonde. Donc, si le fond s'est soulevé, n'est-ce pas le commencement d'une nouvelle époque, et n'est-ce pas là qu'il faut tirer un trait (1) ?

M. de Lapparent, parlant de la Haute-Marne où les calcaires à *Amm. bimammatus* et à *Amm. marantianus* renferment des intercalations de bancs grumeleux à *Cidaris florigemma*, conclut ainsi : « Les calcaires marneux à *Ammonites bimammatus* sont le faciès pélagique normal de l'étage corallien, au milieu duquel les oolithes et les récifs ne constituent que des accidents plus ou moins localisés (2). »

Cela nous paraît incontestable. L'existence de faciès différents du même âge est un point de vue qui s'est maintenant imposé aux géologues. Quoi de plus naturel que des animaux différents aient vécu à la même époque dans des conditions différentes, et nous aient laissé leurs dépouilles sur des points distincts, près de l'endroit où chacun avait vécu ? La grosse question de l'âge des formations coralligènes jurassiques se résout aujourd'hui par cette affirmation bien simple : il y a eu des Polypiers pendant la période jurassique tout entière, et l'on peut en trouver dans les dépôts de chaque époque.

Ceci admis, pourquoi n'y aurait-il pas des accidents vaseux, correspondant à un faciès pélagique donné, comme il y a des accidents coralligènes? Les couches de Geissberg sont un accident vaseux d'une certaine époque, celle du *Peltoceras bimammatum*. L'assise n° 2 de mon Rauracien est un épisode corallien ; l'assise n° 1, un épisode vaseux.

Je conclus que les couches de Geissberg sont un faciès qui doit être placé à la base de l'étage rauracien. Je définis cet étage : faciès pélagique caractérisé dans sa plus grande partie par *Peltoceras bimammatum* et *Ochetoceras marantianum* (3) et à sa partie supérieure par *Perisphinctes Achilles*. C'est à l'époque de ce Céphalopode que correspondrait peut-être mon n° 3, couches à *Pinna;* mais je n'ai pas rencontré ici, ni dans un faciès ni dans l'autre, cette espèce qui n'existe pas partout.

(1) Les géologues suisses admettent le synchronisme de leurs couches à *Hemicidaris crenularis* avec l'horizon du *Peltoceras bimammatum*. Je ne vois pas pourquoi ils ne réuniraient pas, dans une accolade, en face de cet horizon pélagique, les *Geissberg-Schichten* et les *Crenularis-Schichten*.

(2) Traité de géologie, p. 874.

(3) Quelques auteurs voudraient séparer les niveaux de ces deux fossiles. Cela me paraît difficile, et cette idée est résultée certainement de la rareté de la première espèce. On a tort de désigner des assises par les noms de fossiles aussi rares que l'est toujours *P. bimammatum*. En tous cas les deux sont ici associés.

Il n'en reste pas moins deux remarques à faire : la première c'est que dans toute l'Europe occidentale, ce faciès pélagique rauracien est relativement rare, et remplacé le plus souvent par des faunes d'Echinides, de Myacées, de Polypiers surtout auxquels nous avons dû le nom si malheureux d'étage corallien ; la deuxième, c'est que là où elle existe, la faune pélagique elle-même est peu abondante soit en espèces soit en individus, fait d'autant plus extraordinaire que l'Oxfordien et l'Astartien qui l'encadrent sont précisément des horizons très riches en Céphalopodes.

Étage kimeridgien (1)

Astartien

L'Astartien se présente sous des aspects un peu différents à l'ouest et à l'est de l'anticlinal Courtenay-Soleymieu, c'est-à-dire suivant qu'il succède au faciès pélagique ou au faciès littoral du Rauracien. A l'ouest il est absolument pélagique ; à l'est, la faune de Céphalopodes est mélangée de Pholadomyes.

A. — Faciès ouest

De ce côté, l'Astartien succède avec une continuité remarquable aux calcaires marneux qui contiennent *P. bimammatum* et *Och. marantianum*. L'Astartien se présente également comme un calcaire gris de fer à pâte très fine, devenant cependant un peu grumeleux à la partie supérieure. La démarcation n'est pas aisée à établir, surtout étant donné qu'on ne peut faire d'observations qu'à travers champs, dans quelques excavations ou tas de déblais résultant des travaux agricoles.

En Souabe, on paraît embarrassé pour tracer une limite entre le Jura blanc α et le niveau β (2). Ici la difficulté serait de la placer entre β et γ, car nous arrivons à la couche γ de Quenstedt (*Perisphinctes polyplocus*, *polygyratus*, etc.). Quand les conditions des dépôts ne changent pas, rien n'attire l'attention sur une séparation d'étages, et il faut, pour y arriver, une étude attentive de la faune.

(1) Je me conforme à la nouvelle orthographe, et j'adopte les subdivisions établies, mais en appelant de tous mes vœux un changement de noms. Il est vraiment absurde d'avoir à dire qu'ici l'Astartien n'a pas d'Astartes et le Ptérocérien pas de Ptérocères.

(2) Voir notamment Engel, loc, cit., p. 190.

La faune, d'une richesse médiocre, se compose ici de Céphalopodes, de Brachiopodes relativement assez abondants, de rares Bivalves, et de quelques grands Spongiaires. Ces caractères la rapprocheraient de la faune de Baden (Suisse).

Tout à côté du village de Soleymieu, une petite carrière, creusée par un propriétaire dans son champ, m'a permis de voir un niveau spécial, sans doute supérieur au premier ; c'est un calcaire sublithographique, couleur café au lait clair. La faune, assez différente, est caractérisée par l'abondance du *Perisphinctes polygyratus* en fragments de grande taille, bien conservés, mais toujours incomplets. Je réunis néanmoins en une seule liste les fossiles de ces deux niveaux, si deux niveaux il y a :

Perisphinctes polygyratus Rein., c., Sol.
Id. cf. *polygyratus* (côtes alternativement bifurquées et trifurquées), c., Sol.
Perisphinctes lictor Font., a. c., Sol.
Pholadomya acuminata Hart, r., la R.
Pecten pertrextus Et., r., Sol.
Ostrea (*Alectryonia*) *hastellata* Schl., a. c., la R.
Terebratula Zieleni de Lor., a. r., Sol.
Id. *Rollieri* Haas., a. c., la R.

T. Rollieri ressemble beaucoup à *Terebratula Cotteaui* Douv. Toutefois, chez la première les plis de la petite valve sont plus accentués et la forme plus allongée. En attendant que les paléontologistes se soient prononcés sur le mérite de cette nouvelle espèce, je crois devoir maintenir la distinction.

Terebratula bicanaliculata Ziet., a r., Sol.
Zeilleria humeralis Rœm., r., la R.
Zeilleria Mœschi May. Eym., a. c., la R.
Spongiaires de petite et de grande taille. la R.

A Soleymieu, les observations se terminent avec le calcaire café au lait : les étages plus élevés n'existent pas de ce côté. Sur la pente qui descend à l'est vers les carrières de Tirieu (calcaires à *Pinna*), une épaisseur énorme de graviers quaternaires empêche de raccorder l'Astartien avec le Rauracien littoral.

B. — Faciès est

Je divise l'Astartien de l'est en trois niveaux, savoir :

3. Calcaire gris à *Lima* et à *Terebratula farcinata*.
2. Calcaire marneux jaunâtre à *Perisphinctes polyplocus*.
1. Calcaire blanc cristallin à *Zeilleria humeralis*.

1. *Calcaire blanc à* ZEILLERIA HUMERALIS. — Cet horizon est un des points de repère les plus sûrs de la contrée; partout où la roche peut être attaquée au marteau, on reconnaît les fossiles caractéris-

tiques : *Z. humeralis*, *Ostrea bruntrutana*. Malheureusement, les affleurements sont rares et éphémères.

A Tirieu et à la Brosse, j'ai pu voir la superposition de ce banc blanc au calcaire gris à *Pinna*. Dans une autre localité, à Passins, à gauche du village en venant de la gare, on peut observer que cette couche est surmontée par des bancs marneux et jaunâtres qui contiennent *Perisphinctes polyplocus* et les espèces qui lui sont habituellement associées. L'horizon de la *Zeilleria humeralis* a donc sa place incontestablement marquée entre le Rauracien supérieur et l'Astartien typique.

Auquel de ces deux niveaux faut-il le rattacher? Je crois suivre l'opinion la plus générale en le joignant à l'Astartien dont il formerait la base. C'est notamment l'avis de M. Wohlgemuth (1) et de M. Douvillé (2) pour le bassin de Paris, de MM. Choffat et Bertrand pour le Jura. Seulement, je ferai observer que, tandis que dans beaucoup de régions, la *Zeilleria humeralis* se rencontre à plusieurs niveaux dans l'Astartien et même le Ptérocérien, ici elle est absolument cantonnée dans une petite assise subordonnée aux couches à *P. polyplocus*, sauf quelques très rares exemplaires qu'on trouve associés aux Ammonites de ce dernier niveau.

Les fossiles de cette assise sont les suivants (3) :

Natica dubia Rœm., t. r., Tir.
Pecten vitreus Rœm., c., la Br., Sal., P., Tir., L.
Id. *vimineus* Sow., a. r., Tir., L.
Id. *subarmatus* Müns., a. r., Sal.
Id. *subtextorius* ? Müns., r., la Br.
Id. *inœquicostatus* Phil., a. r., Tir.
Lima (*Radula*) *notata* Gold., r., la Br.
Ceromya excentrica Ag., r., Tir.
Corbis sp., r., Tir.
Ostrea (*Exogyra*) *bruntrutana* Et., t. c., la Br., Tir., P., Sabl.
Id. (*Alectryonia*) *solitaria* Sow., r., Tir.
Terebratula Baltzeri Haas., r., la Br.
Id. *Zieteni* de Lor., r., la Br.
Zeilleria humeralis Rœm., t. c. partout.

J'ai hésité avant de savoir s'il fallait rapporter ces exemplaires à *Z. humeralis* ou à *Z. egena*. A Boulogne, j'ai vu, grâce à l'obligeance de M. Sauvage, qui m'a fait les honneurs du musée, des échantillons pareils aux miens, étiquetés *Z. egena*. D'autre part M. de Grossouvre, à qui j'ai envoyé quelques-uns de mes types et qui a bien voulu m'en adresser des siens, me dit que c'est la *Z. humeralis*. Que conclure de là ? Evidemment, que les deux espèces doivent être réunies, ce qu'avaient déjà pressenti quelques auteurs. Il y a

(1) Recherches sur le jurassique moyen à l'est du bassin de Paris, 1883.
(2) Sur quelques Brachiopodes du terrain jurassique, 1886.
(3) La Br. la Brosse, Sal. Salagnon, P. Passins, Sabl. Sablonnière (est de la gare passage à niveau), Tir. Tirieu, L. Lancin.

certainement des variétés, et on trouve ici celles dénommées *Leymerii* et *pentagonalis*.

Zeilleria Mœschi May. Eym., c., la Br., Sabl., P.
Id. *delmontana* Opp., r., la Br.
Id. *censoriensis* Cott., r., la Br.
Rhynchonella corallina Leym. a. c., la Br., P.
Id. *inconstans* Sow., a.r., P.
Pseudocidaris Thurmanni (radiole) Ag., r., Tir.

2. *Calcaire marneux à* PERISPHINCTES POLYPLOCUS. — Ces calcaires sont bien visibles dans les vignes de Passins, au-dessous du village, et dans la tranchée du Marteray, entre le château et le village : ces deux gisements sont le prolongement l'un de l'autre sous un coteau d'alluvions assez élevé. Près du Marteray, une excavation me permit, il y a quelques années, de recueillir de gros échantillons d'espèces variées, mais en mauvais état de conservation.

La faune est composée en très grande partie de Céphalopodes, le plus souvent de grande taille, avec prédominance du genre *Perisphinctes*, et aussi de Lamellibranches et de Brachiopodes, parmi lesquels de nombreuses Pholadomyes (1).

Perisphinctes polyplocus Rein., c., P., le B., la Br., le M.
Id. *Lothari* Opp., c., P., la Br., le M.
Id. *polygyratus* Rein., r., le M.
Id. *involutus* Qu., r., Cr.
Id. *subinvolutus* Mœsch., a. c., P., le M.
Id. *inconditus* Font., r., P.
Perisphinctes desmonotus Opp., r., P.
Id. *balnearius* de Lor., a. r., P., le M.
Id. *eupalus* d'Orb., c., Cr., le M.
Id. *geron* Zitt., r., le M.
Id. *metamorphus* Neum. in de Lor., r., le M. (Mon exemplaire se rapproche davantage de la figure donnée par M. de Loriol).

Perisphinctes ptychodes Neum., t. r., le M. — La comparaison que fait l'auteur de cette espèce à *P. Martelli* est évidente sur mon échantillon de 20 cent. de diamètre, quoique sa conservation laisse à désirer.

Aspidoceras longispinum Sow., c., P.
Id. *acanthicum* Opp., a.c., P.
Oppelia Frotho Opp., t. r., P. C'est le seul exemplaire du genre *Oppelia* que j'ai jamais récolté. M. Choffat dit avoir trouvé au Marteray *O. tenuilobata*.
Nautilus franconicus Opp., le Br., P.
Pholadomya paucicosta Rœm., c., P.
Id. *Protei* Brong., c., P.
Pholadomya cardissoïdes Ag., a. c., P., la Br., le M.
Id. *acuminata* Hart., a. r., le M.
Id. *canaliculata* Rœm., a.r., P.
Id. *concinna* Ag., r., le M.
Pleuromya tremula Buv., r., P.
Goniomya flexuosa Buv., r., P.
Mytilus perplicatus Et., a. c., P.

(1) P. Passins; Cr. Crevière; le Br. le Bron, cne de Passins; la Br. la Brosse; le M., le Marteray, cne de Sermérieu.

Mytilus subæquiplicatus Gold., c., P.
Arca sp., r., le M.
Trigonia papillata Ag., r., P.
Id. *cymba* Ctj., a. r., P.
Pecten subarmatus Müns., a. r., P.
Id. *vitreus* Rœm., a. c., P.
Id. *inæquicostatus* Phil., P.
Placunopsis sp. (taille relativement grande) r., le M.
Ostrea (*Alectryonia*) *hastellata*, a. r., Schl., P.
Terebratula Zieteni de Lor., r., le M.
Id. *Baltzeri* Haas, r. P.
Id. *bisuffarcinata* Schl., r., P.
Id. *bicanaliculata* Z., r., le M.
Rhynchonella striocincta Qu., r., P.
Id. *inconstans* Sow., a. c., Cr.
Holectypus depressus Phil. = *corallinus?* d'Orb., a. r., P., le Br.
Cidaris sp.
Apiocrinus Roissy d'Orb., r., P.

La faune astartienne me paraît ici plus abondante en Ammonites que dans tous les gisements cités du Jura français (1). Elle rappelle les faunes alpines de Lémenc et de Crussol, et prouve que nous sommes dans le voisinage de la haute mer qui s'étendait à l'est et au sud. Mais à partir de ce moment la mer se retire, les Céphalopodes disparaissent, le fond s'exhausse; et tandis qu'à Lémenc et à Crussol apparaissent les couches dites tithoniques, dans notre région se formeront, pendant ce temps, des récifs de Polypiers auxquels succèdera un régime de lagunes d'estuaires qui nous éloigne de la mer profonde.

3. *Calcaires à* LIMA *et à* TEREBRATULA FARCINATA. — Au-dessus de l'Astartien à *Perisphinctes polyplocus*, on observe, en quelques points, de 5 à 10 mètres de calcaires, sous forme de bancs assez épais, quoique moins réguliers que ceux du Rauracien à *Pinna :* des délits marneux séparent ces bancs, la couleur est d'un gris bleuâtre ou jaunâtre.

Ils sont exploités pour moellons dans deux carrières qui m'ont facilité l'étude de cette assise : l'une au nord-ouest du hameau du Bron, commune de Passins; l'autre au sud du hameau de Collonge, commune de Sermérieu, près de l'extrémité du plateau jurassique, qui finit de ce côté par un abrupt.

La carrière du Bron donne la coupe suivante :

3. Calcaires compacts jaunâtres où commencent à apparaître des silex . . . . . 15 mètres.
2. Calcaires gris, feuilletés, assez marneux avec *Lima* et nombreux débris d'Encrines. . . . . 5 mètres.
1. Calcaires marneux jaunes, à *Perisphinctes polyplocus*. Épaisseur invisible.

(1) Je puis cependant signaler un gisement assez riche en Ammonites (les principales espèces du Marteray) en même temps qu'en grosses Térébratules : c'est l'entrée de la forêt de la Lèbe, près Cormaranche (Ain). La carte ne me paraît pas exacte sur ce point qui est marqué J^{6-5}, c'est-à-dire Kimeridgien supérieur et Portlandien.

L'assise en question, peu épaisse, mais assez fossilifère, est donc intercalée entre l'Astartien typique et des calcaires à rognons siliceux que je réunis au Ptérocérien. La faune indiquerait qu'un changement s'est déjà produit dans le régime des mers. Les Céphalopodes ont disparu, et leur disparition est définitive ; les Myacées ne se retrouvent pas non plus : la faune, en somme, a notablement varié. En voici le détail :

Pleuromya tellina Ag., a. r., le Br.
Pecten inæquicostatus Phil., a. r., le Br.
Id. *subtextorius* Müns , a. r., Coll.
Id. *erinaceus* Buv., a. c., Coll., le Br.
Id. *virdunensis* Buv., r., le Br.
Lima rigida Sow., c., Coll., le Br.
Id. *astartina* Th., r., le Br.
Ostrea (Alectryonia) hastellata Schl., c., Coll., le Br.
Terebratula Zieteni de Lor., a. c., Coll.
Id. *farcinata* Douv., c., Coll., le Br.
Id. *pseudolagenalis* M., r., Coll.
Id. *Rollieri* Haas, a. r., Coll.
Zeilleria Kobyi ? Haas, c., Coll.

Nous n'avons pas encore la description de *Zeilleria Kobyi* qui ne m'est connue que par les fig. 13 et 14 (1) de la planche XXII, Tome XIXme de la Paléontologie suisse. Mes échantillons sont de plus forte taille et plus trapus que les figures. Je ne crois pas cependant me tromper en rapportant à cette espèce nouvelle mes exemplaires, pareils à d'autres que j'ai recueillis à Cormaranche (Ain). *Z. Moeschi* est une forme plus digone, beaucoup moins renflée, n'atteignant jamais des proportions aussi fortes : de plus, et surtout, elle est ici fort rare déjà dans l'Astartien moyen. Le type connu qui a le plus de ressemblance avec celui-ci est *Z. cornuta* Sow., du Charmouthien supérieur (Couches à *Pecten aequivalvis* de nos régions).

Rhynchonella corallina Leym., a. r., Coll.
Id. *arolica* Opp., a. r., le Br., Coll.
Id. *inconstans* Sow., a. r , Coll., le Br.
Rhynchonella Astieri d'Orb., c., Coll., le Br.
Holectypus depressus Phil. = *corallinus* ? d'Orb., r., Coll., le Br.
Apiocrinus Roissy d'Orb., c., le Br., (morceaux pétris), Coll.

L'absence des Ammonites permettrait de voir là la fin d'une époque : toutefois la persistance de certaines espèces de Lamellibranches et de Brachiopodes m'a engagé à joindre cette assise à l'Astartien, et à prendre pour base du Ptérocérien les couches à silex qui se diversifient davantage de celles qui les précèdent. Il est évident du reste que cette subdivision n'a qu'une valeur purement

(1) C'est évidemment par une faute d'impression que la fig. 13 est attribuée à *Dictiothyris Grüneri*.

locale. Ainsi à Cormaranche (Ain), les grosses *Terebratula farcinata* m'ont paru se rencontrer surtout à la base, plutôt qu'au sommet de l'assise à *Perisphinctes polyplocus* : ce fait confirme la réunion à l'Astartien de ce niveau qui n'est pas distinct ailleurs.

Je crois qu'il existe aussi à Concharbin (talus au sud du village). J'y ai recueilli, dans des déblais, des Brachiopodes abondants avec des débris d'Ammonites. N'ayant pu voir, faute d'une bonne coupe, les couches en place, c'est seulement par analogie avec les autres localités que j'admettrais là deux assises : l'inférieure à *P. polyplocus*, la supérieure à Brachiopodes nombreux avec quelques Encrines.

Ptérocérien

1. *Calcaires à silex.* — La coupe de la carrière du Bron montre, à la partie supérieure, des calcaires compacts à rognons siliceux. Ces rognons sont abondants, de forme sphéroïdale ou ellipsoïdale, et de dimensions variant de la grosseur d'une noix à celle du poing.

Ces calcaires s'étendent d'une manière continue vers l'est, jusqu'au hameau de la Thuile, au nord de Morestel, sur une longueur de plusieurs kilomètres. On les retrouve à Sermérieu, au sud des hameaux du Marteray et de Collonge.

La présence de cette assise est importante à constater, car, d'après M. Hollande et M. l'abbé Bourgeat, elle est très constante dans le Jura méridional et la Savoie. M. Falsan, qui l'a signalée le premier, je crois, dans les environs de Belley (1), l'assimilait au terrain à chailles du Jura septentrional. Il constatait qu'elle était superposée à l'horizon de l'*Ammonites polyplocus*, et comme à cette époque la plupart des géologues français, soutenus par la haute autorité de M. Hébert, plaçaient cet horizon à la partie supérieure de l'Oxfordien, M. Falsan rangeait les calcaires à silex à la base du Corallien, au-dessous des grands amas de Polypiers.

Aujourd'hui que des vues nouvelles ont modifié la classification de ces niveaux, M. l'abbé Bourgeat (2), rattachant, comme M. Falsan, ces couches à celles qui les surmontent, en fait la partie inférieure du Ptérocérien. Nous adoptons cette manière de voir, en faisant remarquer que si le synchronisme de ces diverses assises dans les classifications générales a varié, leur ordre de succession n'a jamais été discuté.

(1) Note sur les terrains subordonnés aux gisements de poissons et de végétaux fossiles du Bas-Bugey (1873).

(2) Recherches sur les formations coralligènes du Jura méridional (1887).

Les fossiles sont extrêmement rares. J'ai recueilli :

Pecten erinaceus Buv. *Rhynchonella* sp.
Terebratula farcinata Douv.

2° *Bancs de Polypiers.* — De même que dans la région de Belley, le Ptérocérien est essentiellement constitué ici par d'immenses amas de Polypiers.

Cette couche n'étant pas exploitée, l'observation en est assez difficile. Elle existe près du hameau de la Thuile, sur les pentes entre le Rhône et l'étang du Chêne, au sud de la gare de Morestel (route du Marteray). Ce n'est guère que grâce aux travaux de la culture qu'on rencontre çà et là des blocs amenés au jour.

Ces formations coralligènes de notre région et de celle de Belley ressemblent peu aux magnifiques gisements de Valfin et d'Oyonnax, où l'on peut recueillir soit en Polypiers, soit en Brachiopodes, Gastéropodes, etc., de si beaux échantillons de collections. Ici, c'est ingrat et uniforme, comme à Collomieu, localité type de M. Falsan pour le Bugey.

Je crois que les énormes échantillons se rapportent au genre *Thecosmilia.* Je citerai avec quelque doute :

Montlivaultia truncata Edw. et H. *Calamophyllia* sp.
Calamophyllia flabellum Mich.

Virgulien

Ce niveau est le seul vraiment connu parmi ceux que je décris, car depuis longtemps il est assimilé aux fameux calcaires lithographiques de Cerin, d'où provient la splendide série de Poissons et de Reptiles du Muséum de Lyon.

Thiollière, en effet, dès qu'il s'occupa de ce gisement, proclama l'identité de Creys et de Cerin dans son premier mémoire (1). Il n'adoptait pas l'opinion de M. Itier qui annonçait déjà le parallélisme des couches de Cerin avec le Kimeridge-Clay des Anglais. Cette opinion avait pourtant obtenu l'adhésion d'Elie de Beaumont. Tout en avouant qu'on y avait trouvé l'*Exogyra virgula,* Thiollière se prononçait pour l'étage corallien, et rangeait les couches à Poissons à la base dudit étage (2). Voyant qu'à ces couches étaient superposés des calcaires compacts pétris de Nérinées (qui sont pour

(1) Sur un nouveau gisement de poissons fossiles, etc. *Soc. d'agr. de Lyon*, 1848.
(2) Plus tard, il en fit du Corallien moyen. Je ne saisis pas très bien son nouveau raisonnement.

nous du Portlandien), il admettait que c'était là le Corallien typique, et y rattachait comme partie inférieure les couches à empreintes de Poissons. Il obéissait surtout à la pensée de distinguer son assise de l'étage oxfordien, où l'on englobait alors presque tout le Jurassique supérieur. Bientôt, comme résultat de ses études paléontologiques, Thiollière affirmait l'équivalence de Cerin et de Solenhofen : ce dernier gisement était connu antérieurement, mais sa place dans l'échelle stratigraphique restait assez incertaine.

De longues discussions, des travaux importants en France, en Allemagne, en Autriche, ont jeté une vive lumière sur les niveaux supérieurs du système jurassique. Aujourd'hui tous les géologues s'accordent à reconnaître que les calcaires lithographiques à Poissons du Bugey et de la Bavière occupent la partie supérieure de l'étage kimeridgien, c'est-à-dire représentent le sous-étage virgulien.

En 1866, M. Lory (1) déclara revenir à l'opinion de M. Itier, et classa dans le Kimeridgien, les calcaires lithographiques de Cerin et de Creys. M. Falsan (2) insista ensuite sur l'importance de l'*Exogyra virgula,* et eut le mérite de préciser que les calcaires à Poissons sont au-dessus des bancs de Coraux qui sont pour nous, non plus le Corallien, mais le Ptérocérien (3).

Creys est à 8 kilomètres seulement de Cerin à vol d'oiseau, mais il en est séparé par plus de 400 mètres de dénivellation. C'est le point le plus important pour l'étude du Virgulien, qu'on peut voir ailleurs aussi, car il occupe une superficie importante. A Creys, la grande carrière exploitée par M. Lapierre pour pierre lithographique donne la coupe suivante jusqu'en haut du coteau :

Portlandien	Calcaire blanchâtre ou blond. (Je n'ai pu y observer les Nérinées indiquées par M. Lory) .	15	mètres.
Virgulien	Bancs à gros Gastéropodes	3	»
	Calcaires à plaquettes avec délits marneux à *Exogyra virgula.* (Bonne pierre lithographique)	15	»
	Calcaires stériles de la base	12	»
		45	mètres.

L'*Exogyra virgula* est abondante et se trouve dans les parties argileuses, qui, au dire des ouvriers, sont distribuées fort irrégu-

(1) *B. S. G. F.* 2me Sér. Tome XXIII, p. 612.

(2) Loc. cit. p. 49 et suiv.

(3) Thiollière ne me paraît pas avoir aperçu ces Polypiers, qui sont cependant bien visibles sous la grande carrière de Cerin, ainsi que je l'ai moi-même constaté. S'il avait reconnu leur présence, il eût placé plus haut l'assise à Poissons, au moins dans le Corallien supérieur.

lièrement. Le Virgulien, observable là sur 30 mètres de hauteur, doit être beaucoup plus épais, car on n'atteint pas sa partie inférieure.

Quels sont ces gros Gastéropodes? Ils m'ont paru pouvoir se rapporter à la *Natica suprajurensis* Buv., mais ces moules offrent bien peu de certitude. Aurait-on là des couches analogues aux Calcaires du Barrois, au sous-étage bolonien ? J'incline pour la négative, car l'*Exogyra virgula* se trouve avec ces gros moules, et la stratification paraît se continuer avec une régularité remarquable.

L'on a trouvé à Creys quelques Reptiles et Poissons ; mais en comparaison de Cerin, c'est peu de chose, et la conservation n'est pas bonne.

Voici les espèces que possède le Muséum de Lyon :

Chéloniens : *Hydropelta Meyeri* H. von Meyer.
Poissons : *Histionotus Falsani* Thioll.
Caturus sp.
Thrissops sp.

et quelques autres en mauvais état.

La flore est plus remarquable : elle se compose de Gymnospermes et de Cryptogames.

Voici les déterminations que j'ai relevées au Muséum :

Widdringtonites creysensis de Sap.
Echinostrobus Sternbergi Schimp.
Brachyphyllum gracile Brongn.
Id. *mammillare* (1)
Pachyphyllum cirinicum de Sap.
Zamites Feneonis Brongn.
Scleropteris compacta de Sap.
Stenopteris desmomera de Sap.
Sphenopteris minutifolia de Sap.
Itieria Brongniarti de Sap.

Je ferai remarquer que toutes ces déterminations ont été faites par M. de Saporta, et que plusieurs de ces échantillons ont été figurés dans la Paléontologie française comme types. Je remercie à cette occasion MM. Lortet et Chantre de toutes les facilités qu'ils ont bien voulu me donner.

A la fin de sa description des Reptiles de Cerin (2), M. Lortet a fait un tableau riant et poétique de la vie dans ces régions à l'époque kimeridgienne. La mer était un golfe ou détroit paisible, peu profond, assez resserré, parsemé d'îles et de lagunes. C'était probablement l'estuaire d'un fleuve, lequel charriait les fins sédiments qui nous ont conservé d'admirables empreintes. De grands

(1) L'étiquette porte comme auteur Brongniart. Je crois que ce devrait être Schimper, l'espèce de Brongniart étant de Scarborough (Oolithe inférieure).

(2) *Annales du Muséum d'histoire naturelle de Lyon.* Tome V.

Poissons sélaciens choisissaient là leur demeure, comme leurs congénères fréquentent aujourd'hui les embouchures des fleuves tropicaux. D'autres Poissons, des Crustacés, quelques Mollusques littoraux habitaient aussi ce bras de mer. Des Reptiles nombreux et bizarres menaient une existence souvent amphibie, favorisée par le peu de profondeur de l'eau et la faible émersion des rivages : c'étaient, avec les Chéloniens, des Sauriens serpentiformes, tels que ceux du genre *Pleurosaurus*, les étranges Ptérodactyles, qui volaient dans les airs, etc.

La végétation, dans les îles et sur les rivages, était luxuriante : grâce à la chaleur et à l'humidité, de majestueux Conifères, des Cycadées innombrables, d'élégantes Fougères, se développaient à l'aise. Autant que notre imagination peut le reconstituer, le paysage devait être fort beau.

Mais n'oublions pas, malgré la poésie que M. Lortet répand sur ce tableau, que le *Struggle for life* était alors, comme dès le premier âge, l'implacable loi de toutes les créatures. Presque tout ce monde vivant était carnassier : la chasse et la guerre étaient donc ses principales occupations. S'il y avait des heureux, combien ne comptait-on pas de victimes !

A Morestel, une grande carrière exploitée pour moellons, montre le Virgulien sur 35 mètres de haut. On voit des bancs de calcaire blond compact, mais passant aussi à un faciès bréchoïde ou grumeleux ; les stylolithes y sont fréquents. Ces bancs ne sont donc pas réguliers comme à Creys et ne peuvent servir de pierre lithographique. J'ai recueilli dans cette carrière des empreintes de *Zamites Feneonis*, mais je n'y ai pas rencontré l'*Exogyra virgula* qu'on en a citée. A la Thuile, j'ai observé *Terebratula Bauhini* Et.

Sur la route de Morestel à Creys, avant le hameau de Dalaignieu et à droite, on exploite une carrière qui donne la coupe suivante :

Calcaires en bancs plus épais qu'à la base avec gros Gastéropodes et *Pholadomya* cf. *hemicardia*	20 mètres.
Banc marneux pétri d'*Exogyra virgula* et de Térébratules écrasées (*T. subsella* et autres indéterminables)	0m30
Bancs bien lités	8 mètres.

Les assises virguliennes sont généralement horizontales, et offrent des inégalités de relief qui ne peuvent résulter que d'érosions subséquentes. C'est cependant un des points de la contrée où l'on trouve le moins d'alluvions dans les creux et sur les pentes.

Étage portlandien

J'ai trouvé sur les coteaux au nord de la Thuile et près de Saint-Victor des calcaires blancs, cristallins, offrant des coupes de Nérinées. Elles sont absolument indéterminables. L'assise qui les contient paraît tenir la place du Portlandien inférieur, puisqu'elle surmonte le Virgulien. Je ne puis être bien affirmatif sur ce point, qui, ainsi que d'autres probablement de cette étude, appelle de nouvelles observations. Je m'étonne qu'à part les notes de M. Lory, anciennes et rédigées hâtivement, cette contrée d'un accès facile n'ait encore donné lieu à aucun travail approfondi.

Si les calcaires blancs à Nérinées sont du Portlandien inférieur, le Portlandien moyen ou supérieur serait représenté par un calcaire dolomitique un peu jaunâtre qui termine la formation jurassique, vers Brangues. Quelques carrières le montrent sous forme de bancs épais de $0^{m}50$ à 2 mètres. La pierre est assez belle, mais de taille difficile. Il y a parfois des nodosités, des tubulures, des cavités géodiques qui dénotent une formation troublée.

Cette couche ne m'a offert aucune trace de fossiles. Il est donc difficile de décider si nous avons là le sommet de l'étage portlandien. J'incline à croire que la partie supérieure de l'étage n'est pas représentée ici, d'autant que rien ne fait supposer l'existence du Puberckien sur la rive gauche du Rhône. Peut-être la formation portlandienne a-t-elle été interrompue, et dans ce cas, l'émersion se serait produite ici plus tôt que sur la rive droite, où l'on observe même les étages valanginien et hauterivien.

Une autre supposition est plus probable : c'est qu'un affaissement ait fait disparaître à l'est les couches supérieures à celles que nous voyons. L'espace compris entre Morestel et le Guiers est si bien une région affaissée, que les dépôts tertiaires et quaternaires ne l'ont comblée qu'imparfaitement : des marécages y subsistent. Lors d'un des soulèvements du Jura, une cassure, passant par Brangues et Morestel, a pu se produire dans la direction même de la chaîne, et sans doute au même moment que la grande faille transversale qui sépara du Bugey l'îlot dauphinois que nous venons d'étudier. Avec les carrières de Brangues finit ici le système jurassique : il faut aller jusqu'aux chaînes alpines pour le retrouver.

RÉSUMÉ

La région des cantons de Crémieu et de Morestel offre une série, digne d'attention, des niveaux jurassiques compris entre le Callovien supérieur et le Portlandien moyen inclusivement. Des différences de faciès remarquables pour des points très rapprochés rendent le Rauracien et l'Astartien particulièrement intéressants. C'est là que je trouve une diversité avec le Bugey, dans la ressemblance générale qui est très grande.

Il y a une tendance plus franchement pélagique à ces deux niveaux, tendance accusée déjà dans le Jura proprement dit, à mesure qu'on marche du nord au sud. La couche à grandes *Pinna obliquata*, qui paraît correspondre à celle du Berry, au niveau du Rauracien supérieur, est peut-être la seule qui n'ait pas d'analogue dans le vrai Jura.

Au contraire, il y a, surtout pour les étages supérieurs, des différences réelles entre le Jura septentrional et le Jura méridional. Ce n'est pas sans peine qu'on a établi le synchronisme des calcaires à Astartes avec les assises à *Perisphinctes polyplocus*, et des récifs de Valfin avec les marnes à Ptérocères. La science conservera le souvenir de ces vives discussions, d'où est résulté l'élargissement et le progrès de nos points de vue.

Si l'on veut rapprocher de mon étude les travaux de M. Riche sur les étages inférieurs, on embrassera tout le groupe oolithique; car M. Riche, en étudiant le Jura méridional (1), a rattaché la rive gauche du Rhône au Bugey. La partie du canton de Crémieu, située à l'ouest de la ligne Montalieu-Trept, qui a été ma limite, a été ainsi comprise dans son cadre.

On reconnaîtra, en joignant les résultats de M. Riche aux miens, qu'il y a dans cette petite région dauphinoise une remarquable succession de toute l'Oolithe, et même du système jurassique entier avec bien peu de lacunes. Le Lias en effet existe dans le canton même de Crémieu, à Hières (2), où le minerai de fer toarcien fut autrefois exploité, et sans aller très loin, à quelques kilomètres au sud de Crémieu, Saint-Quentin (3) dont les richesses fossilifères

(1) Loc. cit.

(2) Dumortier : Etudes paléontologiques sur les dépôts jurassiques du bassin du Rhône. Tome IV.

(3) Ibid.

sont bien connues (1), offre au-dessous du Toarcien les autres étages du Lias et même l'Infra-lias. Le système jurassique est donc presque absolument complet dans l'espace restreint d'un quadrilatère dont le plus grand côté ne dépasserait pas 25 kilomètres. C'est remarquable.

Les seules lacunes seraient avec le Portlandien supérieur : une partie du Bathonien moyen, le Callovien inférieur (Assise à *M. macrocephalus*). Manque aussi le niveau à *Peltoceras athleta* et *Cardioceras Lamberti*, si l'on veut y voir une assise d'une valeur générale. Enfin les marnes oxfordiennes inférieures sont peu ou point représentées.

Ma conclusion sera d'établir une fois de plus qu'un grand fleuve n'est pas une limite naturelle, et que ses deux rives dépendent très souvent de la même formation. La limite du Jura est au sud de la région que je viens de décrire, là où l'on n'observe plus que des étages tertiaires et quaternaires. Le Rhône formait ici une frontière administrative et politique dont l'importance mérite d'être signalée : du confluent du Guiers à Lyon, c'était plus que des provinces et des départements qu'il séparait autrefois. Là était la grande démarcation de la France du Nord et de celle du Midi, et l'on retrouve encore aujourd'hui dans les mœurs quelque chose de ces divergences historiques.

(1) Je ne sais pourquoi dans tous les musées de l'Europe, les fossiles de cette localité portent le nom de la Verpillière. Les mines de fer d'où l'on a extrait de si beaux échantillons, sont sur la commune de St-Quentin, et à portée de la gare de ce nom.

SUR
QUELQUES ROCHES ÉRUPTIVES
DES ALPES FRANÇAISES

par **W. KILIAN** et **P. TERMIER** (1)

Les nombreuses explorations effectuées dans ces dernières années, pour le lever de la carte géologique détaillée, m'ont permis d'étudier dans les Alpes françaises un certain nombre de formations éruptives dont plusieurs étaient, jusqu'à ce jour, encore inconnues et dont d'autres n'avaient été que très imparfaitement décrites. M. Termier a bien voulu se charger de l'examen microscopique des échantillons recueillis et m'a signalé les types les plus intéressants (2).

Il a semblé utile de faire connaître dans ce travail les conditions de gisement de quelques-unes de ces roches et de faire suivre ces renseignements des diagnoses établies par M. Termier. Je prie ce dernier de recevoir l'expression de ma vive reconnaissance pour son aimable et savante collaboration.

I. — MÉLAPHYRE RECRISTALLISÉ (3) DE BOURG-SAINT-MAURICE (Savoie)

Lors d'une exploration faite pendant l'été de 1893, avec M. Révil, dans différentes localités de la Tarentaise (3), j'eus l'occasion de

(1) Note présentée à la séance du 10 juin 1895; manuscrit remis le même jour. Epreuves corrigées par l'auteur, parvenues au secrétariat le 6 juillet 1895.

(2) Les préparations, dont les numéros sont indiqués dans ce mémoire, sont conservées au Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Grenoble.

(3) En 1893 la roche de Bourg-Saint-Maurice a été indiquée, par suite d'une erreur typographique, comme *amphibolite anorthique* (au lieu de anorthosique) chloriteuse ou Diorite anorthique (au lieu de : anorthosique) dans une brochure de MM. W. Kilian et J. Révil. (Une excursion géologique en Tarentaise, Chambéry, Imprimerie nouvelle), où en figurait une description sommaire d'après une première analyse microscopique de M. Termier. Sur la carte de Lory, Pillet et Vallet, cette roche est désignée comme *Serpentine*.

rencontrer à peu de distance de Bourg-Saint-Maurice, un filon constitué par une roche verte qui attira mon attention par le contraste qu'elle forme avec les schistes liasiques encaissants.

Voici dans quelles conditions se présente ce gisement :

Lorsque l'on quitte la petite ville de Bourg-Saint-Maurice pour se rendre à Bonneval-les-Bains, on remarque, à l'entrée du vallon des Chapieux, un monticule surmonté d'une tour en ruine et connu sous le nom de Châtelard. Les couches dont il est composé et qui inclinent au sud, appartiennent au *Lias calcaire*, présentant son faciès cristallin comme aux Etroits du Ciex. Les calcaires cristallins sont ici nettement associés aux calcaires noirs du *Sinémurien* et l'on voit, sur la rive gauche du torrent, les assises qui en sont le prolongement passer sous le gypse du Trias supérieur. La série étant ici manifestement renversée, l'attribution au Lias des calcaires cristallins du Châtelard paraît certaine et ne saurait du reste guère être contestée.

En s'engageant dans la cluse, on observe, au bord même de la route et à 500^{m} environ en amont du Châtelard, la *roche éruptive verte*, formant un *filon bien net* au milieu des assises liasiques. On rencontre ensuite des schistes argilo-calcaires, toujours inclinés dans la même direction et appartenant à la partie supérieure de la série. Quelques carrières d'ardoises y ont été ouvertes sur la rive gauche. En se rapprochant ensuite des bains de Bonneval, on voit ces schistes devenir siliceux, lustrés et métamorphiques (1), puis on retrouve, près de l'établissement thermal, des bancs compacts et cristallins analogues à ceux du Châtelard.

On doit conclure de ces faits que les couches traversées de Bourg-Saint-Maurice à Bonneval forment *un pli synclinal, couché vers le nord-ouest*. La roche verte dont on va lire la description a pénétré dans le Lias qui forme le flanc normal de ce synclinal.

Description pétrographique, par M. P. Termier.

La roche est d'un vert grisâtre clair. Sa densité est d'environ 2,8. On aperçoit, à l'œil nu, de nombreuses aiguilles d'amphibole verte et des lamelles assez étendues de chlorite. Les cassures fraîches montrent en outre une foule de très petits grains blancs, de nature évidemment feldspathique. L'aspect est celui d'un schiste chloriteux et amphibolique. Les surfaces attaquées par les agents

(1) Nous en avons soumis une préparation à M. Michel-Lévy qui y a reconnu « Un quartzite à ciment calcaire très abondant, *rappelant les Schistes lustrés* et dans un état dynamométamorphique flagrant ».

atmosphériques sont recouvertes d'une patine grisâtre : on voit alors, sur ce fond relativement clair, ressortir vivement les aiguilles d'amphibole et l'on constate que ces aiguilles sont grossièrement alignées dans des directions parallèles aux épontes du filon.

La composition chimique est donnée par l'analyse suivante, faite au Laboratoire de l'Ecole des Mines de St-Etienne :

Silice	48,77
Alumine	17,61
Sesquioxyde de fer	11,70
Chaux	6,47
Magnésie	7.99
Potasse	0,05
Soude	4,20
Perte par calcination	2,70
Total	99,49

Par cette composition, la roche en question se rattache étroitement aux mélaphyres du Dauphiné (coulées au sommet du Trias ou de la base du Lias). Nous avons donné ailleurs (1) la composition de ces dernières roches, et l'on se rappelle qu'elles sont caractérisées par la rareté de la potasse (moins de 1 °/₀) et par l'abondance de la soude (4 à 6 °/₀). La roche de Bourg-Saint-Maurice serait même parmi les moins sodiques des mélaphyres des Alpes françaises ; et si l'on rapproche, dans l'analyse précédente, la valeur très basse où tombe la teneur en potasse et la valeur relativement élevée où monte la teneur en chaux, on est amené à penser que si les feldspaths du groupe oligoclase ont la prépondérance dans les mélaphyres du Dauphiné, le premier rang appartient ici à des feldspaths plus calciques, par exemple au labrador.

Cette grande basicité des éléments feldspathiques prépondérants éloigne d'ailleurs l'idée d'une attribution aux porphyrites. Les porphyrites des Alpes françaises sont, en effet, riches en oligoclase et même en anorthose.

Toutes les probabilités sont donc pour que les roches éruptives de Bourg-Saint-Maurice *aient été* (nous verrons dans un instant qu'elles ont subi depuis leur consolidation une transformation radicale) de vrais mélaphyres labradoriques.

L'extension de ces éruptions semble avoir été assez grande. Nous connaissons, en effet, dans les calcaires triasiques des environs de Pralognan (arête sud de la Dent-Portetta) un filon de roche verte ou grise, lourde, et d'ailleurs fortement altérée, dont la composition

(1) *C. R. Ac. Sc.*, 1893.

présente, avec celle de la roche de Bourg-Saint-Maurice, une identité presque absolue. Voici l'analyse de ce mélaphyre de la Dent-Portetta :

Silice	50,06
Alumine	17,72
Sesquioxyde de fer	11,65
Chaux	5,66
Magnésie	7,51
Potasse	0,16
Soude	4,23
Perte par calcination	3,30
Total	100,29

Cette analyse se rapproche beaucoup plus de celle du mélaphyre de Bourg-Saint-Maurice que de celles des mélaphyres du Dauphiné. Mais on peut observer qu'elle est intermédiaire entre celles-ci et celle-là, et les unes et les autres appartiennent à la même famille naturelle. Il y a donc lieu de croire que le mélaphyre de Bourg-Saint-Maurice, celui de la Dent-Portetta, et ceux du Dauphiné, se rattachent à la même venue, et sont, par conséquent, d'âges peu différents.

Si l'on examine au microscope le mélaphyre de Bourg-Saint-Maurice, on constate *qu'il a perdu toute structure de roche éruptive.*

L'altération des roches magnésiennes consiste, en général, dans une serpentinisation plus ou moins complète. Les minéraux magnésiens disparaissent les premiers ; puis les feldspaths sont attaqués à leur tour et le dernier terme de l'évolution est une masse serpentineuse et argileuse avec ségrégations locales de quartz, de mica blanc, de mica noir, de talc et de kaolinite. C'est ainsi que le mélaphyre de la Dent-Portetta, dont nous avons parlé tout à l'heure, montre, à l'examen microscopique, des globules grossiers d'une serpentine impure en fibres radiées presque monoréfringentes, et, dans l'interstice de ces globules, un feutrage de lamelles fortement biréfringentes (kaolinite, talc et mica blanc).

Tout autre a été la transformation de la roche de Bourg-Saint-Maurice. Il y a eu *recristallisation totale*, sans aucun apport étranger, et sans aucun départ : et le résultat de cette recristallisation est une sorte de *schiste feldspathique à sphène, chlorite et hornblende.*

Le seul minéral ferrugineux semble être la pyrite, qui est d'ailleurs peu abondante. Le sphène est très répandu, soit en petits grains arrondis, sans contours nets, inclus dans la chlorite, soit en plages très irrégulières et relativement grandes. Le premier faciès est celui du sphène des roches éruptives ; le second, celui du sphène

des amphibolites. Les grains inclus dans la chlorite sont groupés et alignés comme des bateaux en flotille. Le sphène des grandes plages paraît plus impur que celui des grains.

La chlorite se présente en sections étendues, à contours irréguliers et vagues. Elle est faiblement polychroïque et presque entièrement isotrope.

La hornblende forme des aiguilles très allongées parallèlement à h^1g^1. La couleur est le vert bleuâtre clair, avec un polychroïsme marqué, mais peu énergique. Il n'y a pas d'inclusions. L'extinction, dans la zone h^1g^1, va à 22° de l'axe de zone.

Tous ces minéraux sont moulés par un feldspath triclinique indéterminable. Les plages feldspathiques s'enchevêtrent les unes dans les autres et se compénètrent : leurs contours ne sont jamais géométriques, mais presque toujours nuageux comme ceux des plages quartzeuses dans les granites. Cette circonstance, jointe à plusieurs cas d'extinctions symétriques sous de faibles angles, nous avait d'abord fait songer à l'anorthose. Mais cette hypothèse est incompatible avec les résultats de l'analyse chimique, et il est infiniment probable que la majeure partie du feldspath est du labrador. La faible étendue de la plupart des sections, l'absence de clivages nets et de contours géométriques, la rareté et le défaut de netteté des mâcles, ne nous permettent pas de pousser plus loin la détermination.

Aucune trace de kaolinisation ne s'observe sur le feldspath. En revanche, la roche renferme beaucoup de zoïsite et un peu d'épidote, résultant, selon toute vraisemblance, d'une altération postérieure à la recristallisation. Peut-être faut-il attribuer à cette même action *tertiaire* la production des quelques plages de quartz qui se montrent çà et là dans les préparations.

La cristallisation du feldspath n'a été accompagnée d'aucun mouvement d'ensemble. Les plages feldspathiques moulent, *sans les dévier en aucune façon,* les aiguilles de hornblende et les lamelles de chlorite.

Il nous paraît très important de signaler la grande analogie de structure de ce mélaphyre recristallisé et des schistes feldspathiques à glaucophane du Permien de la Vanoise (1). C'est le même moulage tranquille, par un feutrage feldspathique évidemment postérieur à tous les autres minéraux, d'aiguilles d'amphibole, de

(1) P. Termier. Étude sur la constitution géolog. du massif de la Vanoise, p. 34.

plages chloriteuses, de grains ou de plages de sphène. La seule différence semble résider dans la nature du feldspath et dans celle de l'amphibole ; les schistes de la Vanoise sont beaucoup plus sodiques ; partant, l'albite y remplace le labrador, et le glaucophane, la hornblende.

Nous voyons dans ce rapprochement inattendu une confirmation des vues que nous avons exposées ici même (1) touchant l'origine éruptive de la plupart des schistes feldspathiques à grand métamorphisme du Permien de la Vanoise. Nous ne doutons pas que ces schistes ne proviennent de la recristallisation totale, suivant le même processus que dans les mélaphyres de Bourg-Saint-Maurice, de coulées *porphyritiques* ou tout au moins de tufs de porphyrites.

Quel a été ce processus ? C'est ce qu'il est difficile d'indiquer d'une façon précise. Notre sentiment est qu'il ne faut faire appel ici à aucun phénomène filonien, et que les roches de Bourg-Saint-Maurice ont simplemement subi, comme les terrains qui les encaissent et comme les schistes de la Vanoise, une sorte *de recuit* en profondeur. Il nous paraît encore probable que l'épaisseur des sédiments accumulés n'aurait pas suffi à produire ce recuit, et que la recristallisation est surtout la conséquence de l'exagération de pression et de température résultant, dans ce coin des Alpes, d'*efforts orogéniques* particulièrement intenses. Mais c'est tout ce que l'on peut dire, et, par beaucoup de côtés, le problème nous dépasse infiniment.

En tout cas, le fait de la transformation, en un schiste feldspathique à sphène, chlorite et hornblende, d'une roche éruptive mélaphyrique, nous paraît démontré. Nous croyons que ce fait mérite à lui seul d'être signalé à l'attention des géologues et des lithologistes.

Il est à remarquer aussi que la nature nettement dynamométamorphique du Lias de Bonneval-les-Bains vient confirmer les conclusions précédentes en montrant combien cette partie de la zone du Briançonnais, voisine du Mont Blanc, a été affectée par le métamorphisme mécanique.

II. — ROCHE ÉRUPTIVE DE CHATEAU-QUEYRAS (Hautes-Alpes)

En aval de Château-Queyras, dans la vallée du Guil, la route d'Aiguilles à Guillestre coupe obliquement une série d'assises

(1) P. Termier. Sur le Permien du massif de la Vanoise, *B. S. G. F.*, 3e Sér., t. XXI, p. 132.

fortement redressées, appartenant au système triasique. C'est au milieu de ces couches, au pied E. du Rocher Roux, qu'affleurent les roches que nous allons décrire. Les *Quartzites du Trias* inférieur ($t_{\prime\prime\prime}$) sont bien visibles (v. fig. 1) sur la route, non loin du point où s'embranche le chemin d'Arvieux; ils vont passer, à une certaine hauteur, sur le flanc oriental du Rocher Roux et y forment une bande étroite. A l'est de ces quartzites et, selon toute vraisemblance, *renversés sous eux*, affleurent des schistes calcaréo-phylliteux à bandes marbreuses ($t_{\prime\prime}$) qui reproduisent exactement le type des « Calcaires phylliteux » triasiques de la Maurienne et de la Tarentaise, ainsi que me l'a confirmé M. Marcel Bertrand (1), auquel j'ai eu le plaisir de montrer cette coupe au cours d'une des excursions que je fis dans cette région.

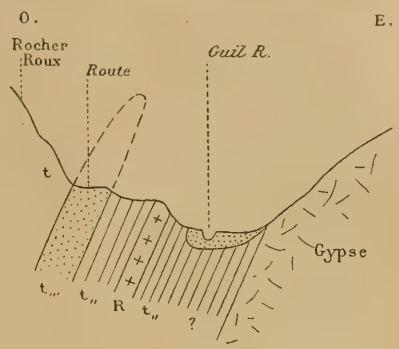


Fig. 1.

Il y aurait donc lieu de rattacher au *Trias moyen* ces assises calcaréo-schisteuses dont certains bancs ont un type spécial et au sein desquelles se montrent les *roches vertes* (*R*) dont on va lire la description. Ces roches vertes, bien visibles en contre-bas de la route, sur les bords du Guil, sont liées si intimement aux schistes calcaréo-phylliteux qu'il est presque impossible d'en circonscrire exactement l'affleurement.

Aux calcaires phylliteux succède, en amont, une bande importante de véritables *Schistes lustrés* (2) avec bancs quartziteux. Ces schistes sont en continuité évidente avec les schistes du Haut-Queyras, entourant de trois côtés le petit massif de calcaires tria-

(1) *B. S. G. F.*, 3e Sér., t. XXII, p. 154, 1894... « identiques aux calcaires phylliteux les plus typiques. »

(2) L'analyse microscopique de ces schistes lustrés, faite par M. Michel-Lévy, donne :

« A. (Plaque 516). — Schiste lustré de Château-Queyras : Quartzite avec un peu de chlorite. »

« B. — Banc siliceux intercalé dans les Schistes lustrés de Château-Queyras : » Quartzite à mica blanc détritique et ciment calcaire. Cette roche rentre bien dans » le type Schistes lustrés. »

M. Termier a constaté dans ces intercalations de quartzite beaucoup de sidérose et de nombreuses aiguilles de séricite sans orientation dominante.

siques qui supporte le Fort de Château-Queyras et dont les bancs plongent nettement sous les schistes. M. Marcel Bertrand (1) considère, on le sait, ce dôme calcaire comme « certainement inférieur à tout ce qui l'entoure. » Dans le voisinage immédiat, de l'autre côté du Guil, affleurent également des Gypses qui paraissent être en connexion avec les Calcaires de Château-Queyras.

En admettant l'hypothèse de Ch. Lory et de M. Marcel Bertrand et d'après laquelle les Schistes lustrés appartiendraient au Trias, hypothèse qui, pour les environs de Château-Queyras, paraît fort admissible, la série triasique serait ici renversée, les Quartzites représenteraient la couche la plus ancienne et les Calcaires de Château-Queyras, avec les Gypses, les assises les plus récentes, formant un synclinal étranglé dans les Schistes lustrés et dont la singulière disposition serait encore à étudier (2).

Cependant dans l'hypothèse contraire, celle qui attribue aux Schistes lustrés un âge plus ancien, il y aurait simplement, entre nos Calcaires phylliteux et les Schistes lustrés de Château-Queyras, un étirement ayant supprimé les Quartzites et il faudrait admettre également entre ces schistes et les calcaires du Fort, une autre lacune ayant encore pour cause un laminage du Trias inférieur.

Dans l'un et l'autre cas néanmoins, et c'est ce qui nous importe le plus, pour le moment, les *roches vertes* du bord du Guil, étant intimement liées aux calcaires phylliteux, *sont certainement intercalées dans le Trias* et ne peuvent être considérées comme plus anciennes.

Voici l'analyse, faite par M. Termier, de quelques-unes de ces roches :

A. (Plaque 613). — Roche verte, schisteuse, avec filonnets d'épidote. Schiste amphibolique riche en sphène impur (leucoxène), très curieux.

Fouillis de quartz exclusivement fins, donnant aux faibles grossissements l'illusion d'une matière presque isotrope, mais se résolvant aux forts grossissements en plages quartzeuses indu-

(1) *Loc. cit.*

(2) Il y a forcément et de toutes façons, quelle que soit l'hypothèse que l'on admette, un accident tectonique important qui trouble la régularité de la succession stratigraphique, car, si les Schistes lustrés sont renversés sous les Quartzites, ainsi que le pense M. Bertrand, les Calcaires de Château-Queyras ne peuvent être, ainsi que l'admet notre confrère, plus anciens qu'eux, sans une lacune entre les Quartzites et les Schistes, lacune qui correspondrait, dans ce cas, à la disparition de l'étage calcaire. La coupe de Château-Queyras est donc peu probante en ce qui concerne l'âge des Schistes lustrés.

bitables. Ce fouillis est lardé de très longues aiguilles extrêmement minces d'une hornblende très pâle, polychroïque dans les tons bleuâtres. Ce sont de véritables fils, ténus comme des cheveux. Ces fils forment un lacis inextricable sans orientation dominante. Ils sont moulés nettement sur les quartz ; ils sont souvent tordus et contournés. Beaucoup de sphène impur. Pas de feldspath (?). La hornblende appartient à un type habituel des amphibolites du Pelvoux. Mais je ne connais pas d'amphibolite aussi fine, ni ayant pareille structure.

B. (Plaque 546). — Dans un feutrage de feldspath peu maclé (probablement andésine), on observe un fouillis d'aiguilles de hornblende vert-bleuâtre. Çà et là, petits sphènes impurs en agrégats irréguliers.

Probablement une porphyrite ou un mélaphyre *recristallisé*; cette roche est à rapprocher de la roche filonienne de Bourg-Saint-Maurice qui semble n'en différer que par l'abondance de la chlorite et la dimension plus grande des aiguilles de hornblende. L'analyse chimique serait intéressante.

C. (Plaque 569). — Mélaphyre très altéré. Les sections d'olivine sont encore très reconnaissables, mais elles sont épigénisées par de l'oxyde de fer et des produits serpentineux. Les feldspaths sont méconnaissables. L'analyse chimique serait encore assez intéressante.

D. (Plaque 608). — Brèche ou poudingues de *galets feldspathiques* kaolinisés, se fondant dans un ciment argileux, et de *galets de mica noir* ou d'amphibole ferruginisés. Ces derniers galets sont riches en inclusions d'apatite, et les micas ferruginisés et leurs apatites ont les caractères des minéraux des orthophyres des Grandes Rousses. Galets de quartz.

En somme, la roche est un *grès porphyrique*, formé aux dépens de coulées orthophyriques ou porphyritiques. (Intéressant).

MM. Michel-Lévy et Duparc ont également eu l'obligeance d'examiner des échantillons de la roche de Château-Queyras, recueillis par moi et provenant d'une première exploration.

M. Michel-Lévy donne la diagnose suivante : « Roche très » décomposée ; cependant on discerne un squelette de grands » cristaux de feldspath transformés en séricite. Restes d'un silicate » ferrugineux entièrement transformé en oligiste. Magma intra- » duisible. *C'est une roche éruptive.* »

Voici ce que nous écrivit M. Duparc : Coupe N° 604. « Cette

» roche est si fortement décomposée que toute détermination » précise est impossible. Au microscope on reconnaît cependant » des grains de *magnétite* très nombreux, irréguliers, localisés » parfois dans un minerai à allongement marqué, complètement » décomposé et indéterminable (amphibole, augite ?). On voit éga- » lement de nombreuses sections d'un feldspath complètement » kaolinisé qui, selon toute vraisemblance, est un plagioclase. Le » mode de kaolinisation montre dans ces cristaux *une structure* » *primitivement zonaire*. Ces divers éléments nagent dans une » masse argileuse, chargée de paillettes de séricite, de quartz » secondaire et de grains d'*hématite* ».

L'analyse microscopique, faite par M. Termier, des schistes phylliteux, au voisinage de la roche éruptive donne les résultats suivants :

Aspect macroscopique : Schiste argentin, pailleté, à zones quartzeuses.

Au microscope : (Plaque 598). Schiste quartzeux, confusément cristallisé, avec beaucoup de chlorite et un peu de séricite. Ilménite très abondante. Un peu d'oligiste. Beaucoup de vides ocreux, laissés par la dissolution de cristaux *p* de sidérose. Le quartz est en plages confuses, avec quelques plages mêlées, d'un plagioclase indéterminable. Aspect chaotique, inhomogène. Plus rien de détritique. Pas de calcite.

Type remarquable comme cristallinité.

III. — ROCHES ÉRUPTIVES DE RÉOTIER ET DU PLAN-DE-PHAZY (Hautes-Alpes).

La vallée de la Durance, à peu de distance en aval de Mont Dauphin, est ouverte à peu près perpendiculairement à la direction des plis et coupe un anticlinal dont les deux tronçons peuvent facilement être étudiés à gauche et à droite de la plaine alluviale qu'a formée ici la rivière, d'une part près de la source thermale du Plan-de-Phazy et de l'autre en amont du village du Réotier. Dans l'une et l'autre de ces localités, il existe des *formations éruptives* qui occupent la partie axiale du pli. Ce dernier disparaît au S.S.E. du Plan-de-Phazy sous un épais manteau de Flysch.

1° Réotier. — (v. fig. 2).

La route qui conduit de Guillestre à Réotier offre, avec netteté, dans ses tranchées, la succession suivante (fig. 2) qui est masquée

en partie, sur les bords de la Durance et le long de la voie ferrée par de puissants et fort curieux dépôts de tufs récents.

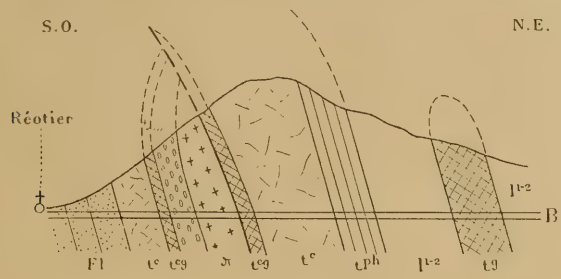


Fig. 2.

1. Calcaire triasique noirâtre et Gypse (Trias) (t^g de la fig. 2) ;
2. Calcaire noir (Lias?) (l^{1-2} de la fig. 2) (synclinal) ;
3. Schistes phylliteux (t^{ph}) ;
4. Calcaires triasiques (t^c) assez puissants ;
5. Gargneules (t^{cg}) en une mince assise ;
6. Roche verte schisteuse (20^m) (π de la figure) ;
7. Schistes rouges
8. Quartzites du Trias inférieur (3^m) } (t_{m} de la fig. 2) ;
9. Cargneules (1^m50) (t^{cg}) ;
10. Calcaires dolomitiques triasiques en dalles bleu-noirâtres, laminés (25^m) (t^c de la fig. 2) ;
11. Grès du Flysch (dans le village de Réotier) et ardoises exploitées. (Fl.).

On s'aperçoit facilement que ces couches, malgré leur pendage uniforme vers l'est, forment un *pli anticlinal* dont la roche verte occupe l'axe et dans le flanc normal (entre les nos 5 et 6) duquel les quartzites ont disparu par étirement.

M. *Termier* a bien voulu examiner une série de préparations de cette roche n° 6 ; voici les résultats de son analyse microscopique :

A. (Plaque 121). — Roche chloriteuse avec ilménite tronçonnée par l'étirement et très petits rutiles. Nids de chlorite probablement secondaire. Peu de quartz à l'état secondaire. Grandes sections transformées en kaolin et mica blanc : probablement des galets feldspathiques. Ces galets, transformés en kaolin et muscovite, sont cassés et tronçonnés.

Diagnose incertaine. Est-ce un poudingue à galets feldspathiques?

Est-ce un tuf de *roche porphyrique* ? Cette deuxième hypothèse est la plus vraisemblable, vu la rareté du quartz. En tous cas, ce type existe dans le *Permien* de la Vanoise.

B. (Plaque 114). — Même chose, mais froissement moins intense. La diagnose se précise. Il n'y a plus de doute que les sections transformées en muscovite et kaolin n'aient appartenu à des feldspaths. Le quartz est rare et purement secondaire. La chlorite est secondaire aussi et épigénise un minéral qui était, soit de l'augite, soit du péridot. Le magma est transformé en une matière serpentineuse isotrope. Il y a la même abondance d'ilménite.

C'est une *roche éruptive* décomposée et laminée, ou tout au moins un tuf de roche éruptive. Il est problable que cette roche était une roche basique, *porphyrite augitique* ou même *mélaphyre*. Il serait intéressant d'en faire l'analyse.

A rapprocher des schistes serpentineux du Permien d'Entre-deux-Eaux.

C. (Plaque 146). — Même roche mais rendue complètement méconnaissable par le laminage. Les feldspaths kaolinisés ont perdu toute forme et donnent de longues zones argilo-micacées. De même pour la plupart des nids de chlorite. Ilménite très tronçonnée.

Bel exemple de *transformation d'une roche éruptive en un schiste absolument indéchiffrable*. Cette plaque serait absolument illisible sans les deux précédentes.

D. (Plaque 111). — Même chose que 114. La structure éruptive est bien visible. Les feldspaths ont des formes nettes, encore qu'ils soient épigénisés. Le minéral épigénisé par la chlorite paraît être de l'augite plutôt que de l'olivine.

E. (Plaque 226). — Même chose que 146. C'est la roche éruptive peut-être un peu tufacée, complètement laminée et *devenue méconnaissable*.

En résumé, la roche de Réotier est une roche éruptive franche ou un tuf de roche éruptive ne contenant presque pas de matériaux étrangers. Il est probable que cette roche éruptive était une *porphyrite* à *pyroxène*, peut-être un *mélaphyre*. L'analyse déciderait, car il n'y a pas, ou très peu, de matière étrangère. Les feldspaths étaient sans doute de l'oligoclase, car ils ont donné beaucoup de mica blanc. Laminage variable, parfois très intense. Age permien très vraisemblable.

La roche de Réotier est donc d'origine éruptive comme celle qui, tout près de là, de l'autre côté de la Durance, au Plan-de-Phazy, occupe une position identique dans l'axe du même pli et également inférieure aux quartzites du Trias.

2° Plan-de-Phazy (1).

La fig. 3 donne une bonne idée de la disposition des couches dans les collines situées derrière (au sud) de l'établissement thermal du Plan-de-Phazy. Une coupe menée du S.-O. au N.-E. donne la succession suivante :

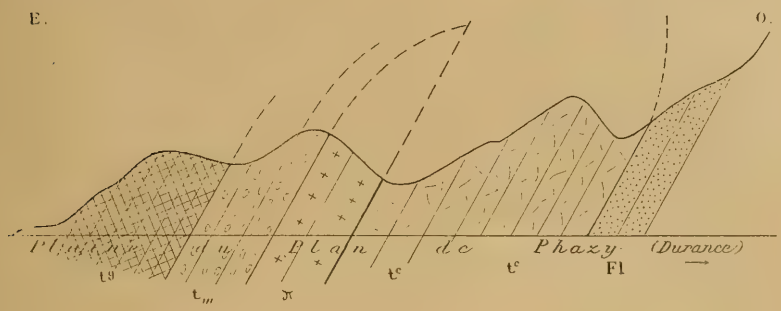


Fig. 3.

1° Flysch (Fl de la fig. 3).

2° Calcaire triasique dolomitique, gris, en dalles, très analogue aux calcaires triasiques du Briançonnais (t^c).

3° Roche schisteuse verdâtre, siliceo-talqueuse, satinée, verdâtre, à noyaux feldspathiques et quartzeux, rappelant beaucoup le Permien des environs de Modane (π).

4° Quartzites chloriteux (Permien) } ($t_{'''}$)
5° Quartzites blancs du Trias inférieur }

5° Gypses (Trias) (t^g de la fig. 3).

L'inclinaison de toutes ces assises est la même (vers l'E. N.-E.).

Nous sommes en présence d'un anticlinal isoclinal, qui n'est autre que la continuation de celui de Réotier, et qui, un peu plus au sud, va s'enfoncer sous le Flysch.

L'axe de ce pli est formé par la roche phylliteuse N° 3 dont nous donnons plus bas la diagnose microscopique due à M. *Termier* ; les quartzites $t_{'''}$ ont disparu mécaniquement (entre les n°s 2 et 3) dans le flanc inverse du pli.

J'avais, en 1892 (loc. cit.), assimilé cette roche aux *Bésimaudites* et l'avais considérée, avec M. Lachat, comme permienne. L'étude micrographique de mes échantillons que M. Termier a bien

(1) W. Kilian. Notes sur l'histoire, etc., des chaînes alpines. *B. S. G. F.*, 3e Sér., t. XIX, p. 582 et 597.

voulu faire avec sa compétence bien connue, fait voir qu'il s'agit d'un *conglomérat porphyrique dynamométamorphisé.* On sait d'autre part que plusieurs pétrographes ont émis l'opinion que la *Bésimaudite* typique décrite par M. Zaccagna, n'est autre chose qu'une roche porphyrique laminée. Cela complète l'analogie indiquée plus haut et confirmée encore par la position qu'occupe notre roche au-dessous du Trias le plus inférieur, c'est-à-dire au niveau du Permien.

L'examen microscopique donne les résultats suivants :

A. (Plaque 56). — Roche très quartzeuse à quartz recristallisé, avec *galets* de feldspath parfois très gros. Ces galets sont d'andésine, d'oligoclase ou d'orthose : ils sont très kaolinisés ; quelques-uns sont cassés et tordus. Dans le quartz recristallisé, quelques petits cristaux d'albite secondaire. Nombreuses fentes à travers la roche, parallèles au laminage et remplies par de la séricite confuse. Un peu de calcite. Très peu de produits ferrugineux. Très peu de chlorite.

Diagnose très incertaine : poudingue laminé, ou tuf de porphyre.

B. (Plaque 70). — Beaucoup moins de quartz. Gros *galets* de feldspath très altéré : *galets* de quartz et galets d'un minéral magnésien (mica noir ?) épigénisé par la chlorite et par des produits ferrugineux (ilménite et oligiste). Ce minéral magnésien est absolument déchiré et éparpillé par le laminage. Les inclusions qu'il renfermait (zircon, apatite), sont tronçonnées d'une façon très curieuse. Le ciment est formé de quartz grenu et de séricite confuse.

Poudingue laminé ou tuf de porphyre (porphyre pétrosiliceux ?) laminé.

C. (Plaques 71 et 94). — Même chose que 70, mais encore plus confus. C'est une *purée* de feldspath, avec produits magnésiens et ferrugineux (1) *dispersés* à travers toute la masse. L'écrasement des feldspaths a donné de la séricite de dynamo-métamorphisme. Nids et veinules de quartz et de calcite. Quelques nids (ou galets) de serpentine, dans 71. Les feldspaths sont trop altérés pour être déterminables.

En résumé, la roche du Plan-de-Phazy est une roche laminée, offrant un très bel exemple de dynamo-métamorphisme (feldspaths écrasés, minéraux magnésiens arrachés et dispersés, apatite et zircon tronçonnés à la façon des Bélemnites du Lias alpin). Cette roche renferme de très nombreux galets feldspathiques et des galets de quartz plus rares.

(1) M. Michel-Lévy y a reconnu du sphène secondaire en petits grumeaux.

La prédominance du quartz éveille l'idée d'un conglomérat porphyrique, fait aux dépens d'un porphyre pétrosiliceux.

L'analogie de structure est assez grande avec certains tufs orthophyriques laminés des Grandes-Rousses. La recristallisation est bien moindre que dans les schistes de la Vanoise : elle n'a porté ici que sur le quartz, un peu d'albite secondaire, et cette séricite confuse développée au détriment des feldspaths potassiques écrasés.

On voit que la porphyrite de Guillestre, le conglomérat porphyrique du Plan-de-Phazy, la porphyrite de Réotier, toutes trois inférieures aux quartzites et probablement permiennes, forment, en trois points très rapprochés, et dans des conditions presque identiques, des anticlinaux au milieu des formations plus récentes des environs de Guillestre.

IV. — HAUTE-UBAYE

a) Vallon de Mary (Basses-Alpes)

A l'est de Maurin, dans la Haute-Ubaye et dans le voisinage immédiat de la frontière italienne, s'ouvre le vallon de Mary qui fait

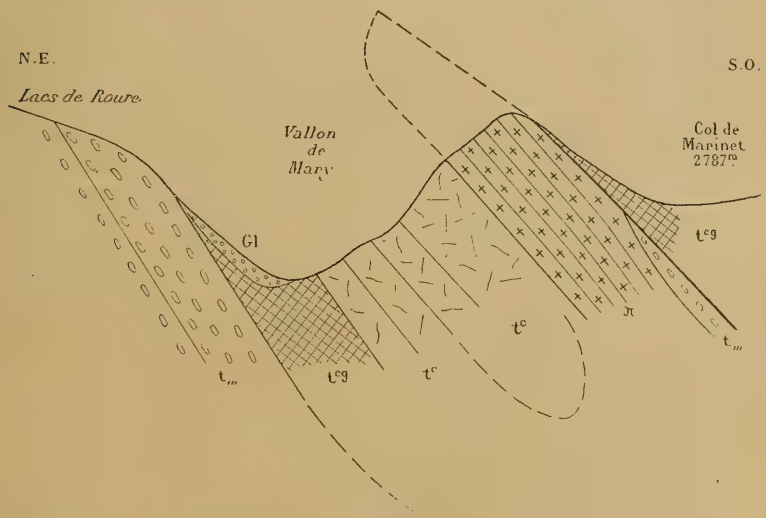


Fig. 4.

communiquer, par le col de Mary, le bassin de l'Ubaye avec celui de la Maira. Vers la partie supérieure de ce vallon et dans le haut d'une arête qui le sépare du col et des lacs de Marinet, affleure une bande formée d'une roche satinée schisteuse d'un vert assez pro-

noncé à taches plus claires (π de la fig. 4) inclinant vers l'E.-S.E. Cette bande fait partie de la série isoclinale des plis de l'Ubaye, située au N.-E. du synclinal nummulitique de St-Paul. Elle est comprise entre une bande de calcaires triasiques alternativement compacts et phylliteux (t^c de la fig. 4) et une zone de Cargneules (t^{cg}) et paraît être en relations avec une arête de quartzites (t_{III}) blancs (Trias inférieur), située un peu plus à l'ouest et qui domine au N. les lacs de Marinet.

Ses principaux affleurements alignés N.O.-S.E. se trouvent vers l'altitude de 2750m, entre le haut vallon de Mary et celui de Chillol, en avant et au pied du glacier de Marinet et de ses moraines.

La seconde des diagnoses suivantes établies par M. *Termier*, sur des échantillons soigneusement recueillis par moi, montre que cette roche, d'apparence stratifiée, est probablement d'*origine éruptive*.

Son âge est nettement triasique, ainsi qu'il a été montré plus haut.

A. (Plaque 563). — Roche très ferrugineuse, très riche en fer oxydulé. Quelques petits sphènes. Schiste quartzeux fin avec zones chloriteuses et zones sériciteuses. Galets feldspathiques écrasés. Quelques cristaux secondaires d'albite. A rapprocher de certains schistes satinés du Trias phylliteux de la Vanoise ; en diffère par l'absence de la tourmaline.

B. (Plaque 531). — Schiste fin épidotifère. Veines quartzeuses à quartz grenu très fin avec quelques galets feldspathiques plus ou moins cassés, laminés et éparpillés. Galets d'un minéral magnésien transformé en chlorite, serpentine et ilménite : quelques-uns de ces galets sont écrasés et dispersés. Epidote extrêmement abondante, concentrée de préférence dans certaines zones parallèles. Cette épidote forme des corrosions dans les feldspaths. Il est probable qu'elle est développée aux dépens des feldspaths calciques écrasés. Un peu (très peu) de séricite. Sphène impur, ilménite provenant probablement d'inclusions du minéral magnésien et dispersé à travers toute la roche.

Ce schiste, dont le type est inconnu jusqu'ici dans le Trias de la Savoie, paraît être un *tuf laminé et écrasé*. Probablement *tuf de mélaphyre* (ou plutôt conglomérat mélaphyrique). Mais cette diagnose est douteuse. Les feldspaths sont malheureusement indéterminables, de même que le minéral magnésien chloritisé et serpentinisé.

M. Michel-Lévy, qui a examiné également de nos préparations, considère la roche de Mary « comme une arkose ou une *roche éruptive étirée* ». Les grains de quartz dessinent la schistosité dans les parties schisteuses.

L'origine éruptive de cette formation paraît donc indubitable, malgré son apparence stratifiée. Elle est associée à des schistes phylliteux du Trias dont la préparation A. indique la composition. C'est la première roche de cette nature que l'on ait à signaler dans le massif du Chambeyron dont le vallon de Mary est une dépendance.

b) Les Blavettes (Basses-Alpes)

Non loin du gisement précédent, en amont de Maurin et du lac du Paroird, affleurent au milieu des « Schistes lustrés », des massifs isolés de *Serpentine* exploités comme Ophicalce et dont j'ai recueilli des échantillons qui montrent une texture intéressante.

Les Schistes lustrés qui entourent la roche serpentineuse sont du type ordinaire des Schistes lustrés de la Vanoise et du Mont-Cenis : Au microscope, ils se montrent charbonneux, sériciteux et calcaires. Le quartz domine; la calcite, très abondante, est en rhomboèdres plus ou moins bien formés. Aucune apparence détritique sauf le charbon. Rares cristaux de tourmaline; beaucoup de petits rutiles. Un peu d'orthose et d'albite développés *in situ* (M. Termier). Lorsqu'on les suit vers le Queyras, ils se présentent sous un aspect plus cristallin. C'est ainsi qu'à Saint-Véran, ils sont quartzeux, non calcaires, très charbonneux, avec grand développement de séricite. Certains lits non charbonneux rappellent ici les mica-schistes archéens. Le métamorphisme est très intense. Quant à la roche verte serpentineuse, en voici la diagnose d'après M. *Termier :*

(Plaque 547). — (Plaque étiquetée « Serpentine ? Les Blavettes. Haute-Ubaye »). Cette roche n'est point une serpentine (1), mais bien un *feutrage* de feldspath avec quelques aiguilles de séricite, beaucoup de très petits sphènes, et un peu de calcite. Le feldspath, peu maclé, paraît être du labrador (détermination incertaine). Il n'a pas de forme. C'est à peine si l'on aperçoit une vague tendance à l'allongement. Les plages feldspathiques se moulent les unes les autres et s'enchevêtrent de la façon la plus complexe. Il n'y a plus de structure éruptive.

C'est sans nulle doute une roche labradorique *microlitique* (porphyrite ?) dans laquelle il y a eu recristallisation complète du feldspath. Les minéraux magnésiens ont disparu.

(1) La même préparation, soumise à M. Michel-Lévy, a été étiquetée « roche éruptive dynamométamorphisée ».

VI. — ENVIRONS DU COL DE LARGENTIÈRE (Basses-Alpes).

Au N.-E. du col de Larche (ou col de Largentière), M. Portis (1) a signalé des « roches porphyriques » en affleurement au milieu du Trias. J'ai eu l'occasion de recueillir, dans les éboulis du vallon d'Oronaye, quelques échantillons de ces roches, n'ayant pu, par suite de difficultés qu'il y a, depuis quelques années, à circuler inpunément sur la frontière italienne, arriver jusqu'au gisement.

M. Termier m'a fourni sur ces échantillons, les indications suivantes qui résultent de l'étude microscopique qu'il a bien voulu en faire.

A. (Plaque 254). — *Roche éruptive* malheureusement très abîmée. Les feldspaths sont envahis par la calcite. Le magma est en grande partie transformé en argile, avec un peu de séricite et quelques nuages de quartz secondaire. La roche devait être à deux temps, avec un magma *microlitique* très feldspathique. Les cristaux feldspathiques du premier temps sont du *labrador*, peut-être aussi de l'andésine. *A rapprocher des andésites et labradorites du grès de Taveyannaz, du Flysch de la Clusaz* (P. Termier) *et du pic de Tourond* (P. Lory).

Peut-être aussi une porphyrite.

B. (Plaque 155). — Même roche, mais beaucoup plus calcifiée.

C. — Un autre échantillon d'aspect fort différent a donné à M. Michel-Lévy les résultats suivants :

(N° 216), *Vallon d'Oronaye, près Larche :* Sorte de porphyroïde. La roche montre les débris de quartz bipyramidé et de feldspath dans une pâte entièrement et finement sériciteuse. — Probablement un porphyre dynamométamorphique.

VII. — EUPHOTIDE ERRATIQUE DE GUILLESTRE

Ayant été frappé, à plusieurs reprises, par les nombreuses *enclaves* que présentent les blocs d'euphotide épars dans le Glaciaire récent (3e Glaciation) des environs de Guillestre et provenant très vraisemblablement du Haut-Queyras, je crois utile de donner ici, d'après l'examen qu'en a fait M. Termier, quelques détails sur leur constitution micrographique.

Les enclaves en question se présentent sous la forme de morceaux à contours variés, noyés dans la roche éruptive à la manière des schistes micacés dans certains granites de Bretagne. Ils se

(1) Portis. Sui Terr. Stratific di Argentera (Vallée Della Stura di Cuneo). Rome-Turin, 1882.

détachent en noir sur le fond vert de l'euphotide. Leur étude micrographique montre :

A. (Plaque 532). — Fouillis d'aiguilles de *glaucophane*, avec beaucoup de sphène. Ni quartz, ni feldspath. Provient des glaucophanites permiennes ou triasiques (Schistes lustrés).

B. (Plaque 557). — Même chose : glaucophane, sphène, pyrite : fentes avec zéolithes. C'est un bloc de glaucophanite enclavé dans l'euphotide.

***

On voit par ce qui précède que les Alpes françaises ont été le théâtre de phénomènes éruptifs nombreux et variés dont les produits, *rendus souvent méconnaissables* par l'effet du laminage et du dynamométamorphisme, ont longtemps échappé aux recherches des géologues. Les roches de Bourg-St-Maurice, de Réotier, de Château-Queyras, de Mary, décrites dans le présent travail, sont des exemples frappants de cette transformation.

Les belles études de M. Termier avaient déjà fait connaître dans l'Orthophyre du Freney-en-Oisans une roche franchement éruptive dont le laminage a à ce point modifié l'apparence que, pendant longtemps, elle avait été considérée comme un schiste talqueux. Il en est de même des *gabbros ouralitisés* de la chaîne de Belledone, rapportés aux amphibolites par Ch. Lory et dont la vraie nature a été reconnue récemment par M. Duparc. Il est intéressant de citer encore la roche curieuse que l'on exploite près de St-Jean-de-Maurienne, non loin de l'Échaillon, et qui se présente sous l'aspect d'un quartzite schisteux, satiné, d'une couleur verdâtre, alors que l'examen microscopique y révèle un *granite* kaolinisé et étiré.

En même temps que la composition microscopique et la texture des roches éruptives alpines ont en beaucoup de cas été profondément modifiées par le dynamométamorphisme, l'étirement et le laminage ont, de leur côté, donné à un grand nombre de ces formations une structure schisteuse et un aspect qui, à première vue et sans le secours de l'examen optique, empêche de les reconnaître. On est d'autant moins porté à y voir des produits éruptifs que les relations de ces roches avec les assises véritablement sédimentaires du voisinage sont le plus souvent masquées par la structure isoclinale et la schistosité.

L'étude à laquelle nous venons de nous livrer met en outre en évidence le rôle important qu'ont joué dans les Alpes occidentales les éruptions porphyritiques et mélaphyriques depuis l'époque permienne jusqu'à celle du Lias (Bourg-St-Maurice).

QUELQUES OBSERVATIONS NOUVELLES

SUR

LES LAPIEZ, LE GLACIAIRE ET LA MOLLASSE

DANS LE JURA

par l'**abbé BOURGEAT** (1)

Je désirerais soumettre à la Société quelques observations que j'ai faites dans le courant de l'année 1894 sur les lapiez, le glaciaire et la mollasse dans la région du Jura qui avoisine St-Claude.

I. — Des Lapiez

Chacun sait que l'on désigne sous le nom de *lapiez* ou quelquefois sous le nom de *lézinnes*, dans le Jura, une série de rigoles profondes qui découpent les calcaires et qui s'accusent surtout aux altitudes élevées.

Voici les principales remarques que j'ai pu faire à leur sujet :

1° Ces rigoles ou rainures sont souvent de deux natures : les unes dirigées suivant la ligne de plus grande pente du terrain, les autres perpendiculaires ou obliques à cette direction.

2° Ces dernières sont à peu près parallèles entre elles comme les premières et dessinent avec elles un réseau sensiblement régulier.

3° Elles sont plus profondes et plus larges que celles qui suivent la pente, ne s'arrêtent pas à leur rencontre et se prolongent souvent sur une grande longueur. C'est à celles-là qu'on donne plus spécialement le nom de *lézinnes*, en réservant le nom de *lapiez* pour les autres.

4° Les lapiez, au contraire, s'arrêtent à la rencontre des lézinnes et

(1) Note présentée à la séance du 24 juin 1895 ; manuscrit remis le 17 juin. Epreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 5 juillet 1895.

n'acquièrent une longueur considérable qu'autant que les lignes de *lézinnes* qui les interrompent sont fort distantes.

5° Lorsqu'on observe les *lézinnes*, on constate ou qu'elles répondent à des lignes de cassure du terrain ou à *des veines* de matières moins résistantes engagées dans la roche. Dans le premier cas, elles sont à peu près rigoureusement parallèles; dans le second elles le sont beaucoup moins.

6° On constate aussi que leur élargissement, comme leur approfondissement, est en grande partie dû aux eaux qui ont coulé sur les lapiez et qui se sont ensuite engouffrées dans leur intérieur.

7° Les lézinnes, ou, tout au moins, leurs premiers linéaments, se rencontrent tout aussi bien au-dessous des débris glaciaires, sur les roches polies et recouvertes par les moraines, que sur celles qui sont à nu depuis longtemps; seulement elles y sont généralement moins fortement accusées.

8° Tous les calcaires peuvent présenter des lézinnes s'ils ne sont pas trop argileux, mais tous ne peuvent pas présenter des lapiez.

9° Les lapiez sont surtout visibles sur les calcaires les plus purs et les plus voisins de la texture compacte. Ils se rencontrent principalement sur les bancs mi-compacts ou mi-saccharoïdes de l'Urgonien, sur les bancs compacts du Jurassique supérieur des hautes chaînes, sur les bancs suboolithiques du Bathonien et sur quelques-unes des assises dolomitiques qui surmontent le Jurassique.

10° Leur développement croît d'une manière sensible à mesure que l'on part des altitudes de 4 à 500 mètres, où il est faible, pour se rapprocher des altitudes voisines de 1,000 mètres. Ainsi, l'Urgonien de Chassal et de Pont-de-Lizon en présente à peine aux altitudes de 370 à 400 mètres, alors que plus haut, vers Saint-Lupicin, à plus de 500 mètres, la même bande urgonienne en offre déjà de passables et qu'elle en présente de très beaux à Chaux-des-Prés, aux Chauvins, à Fort-du-Plane et dans tout le Grandvaux aux altitudes de 8 à 9 cents mètres.

11° Le développement des lapiez croît aussi d'une manière sensible, à même altitude et à même pente, suivant que l'orientation des assises passe du nord au sud ou à l'est. Au nord, ils se remarquent à peine; au sud, c'est-à-dire au regard du soleil, ils sont très nettement accusés. On peut le constater sans peine sur les grandes couches de Portlandien qui forment la montagne de Sur-lez-Roz et des Saumoirs au levant de Leschères, sur les couches de même nature qui constituent le piton des *Raisses* au couchant de Valfin, ainsi que sur un bombement régulier de Bathonien dans la Combe des Près, au voisinage du bief de la Loutre.

12° A même altitude, même orientation et même calcaire, les lapiez paraissent être d'autant plus importants que la pente du sol se rapproche le plus de 25° à 30°. Sur les surfaces horizontales on n'a guère que des lézinnes, sur les surfaces voisines de la verticale les rigoles restent étroites et peu profondes.

13° Tous les lapiez que j'ai observés dans le Jura se montrent postérieurs au phénomène glaciaire. Il n'en existe d'abord aucun au-dessous des moraines ; ils cessent même où le calcaire cesse d'être à nu, ensuite les blocs glaciaires de grandes dimensions qui émergent à la surface de celles-ci sont couverts de lapiez en relation manifeste avec la position qu'ils ont prise lorsque les moraines se sont arrêtées.

De toutes ces observations je crois pouvoir conclure d'abord, avec les géologues suisses qui ont étudié ces phénomènes, que les lapiez sont récents et postérieurs aux glaciers.

Je crois pouvoir conclure aussi qu'ils tiennent à l'altitude ou au voisinage des neiges et que ce n'est pas simplement l'eau des pluies qui les a creusés.

L'eau qui me semble avoir travaillé ces rigoles est l'eau de fusion des neiges qui a agi plutôt mécaniquement que comme dissolvant chimique. Cette eau, en effet, sur les pentes faibles et tournées vers le midi, se produit à chaque beau jour de l'hiver sous l'action du soleil. Elle coule de là sur la roche suivant la pente des assises, plus rapidement si elles sont fortement inclinées, plus lentement si elles le sont moins. Lorsque le soir vient, cette eau, surprise par le refroidissement brusque, se congèle, augmente de volume et désagrège la roche où elle s'est engagée plus ou moins profondément. On comprend ainsi que plus son écoulement est rapide et moins son action est considérable.

On comprend de même que plus les assises sont tournées vers le nord, moins la fusion y est sensible et moins, par conséquent, se répètent souvent dans un hiver les phénomènes de dégel et de regel qui en amènent la désagrégation.

II. — Glaciaire

En ce qui concerne le glaciaire, voici les faits que je crois devoir signaler :

1° Le glaciaire alpin de la Valouse, que j'avais cru limité au voisinage de Valfin-sur-Valouse, remonte beaucoup plus haut vers le nord-est. Il s'en rencontre en effet de nombreux débris à l'ouest

de Chamberia et de Sancia, par 400 mètres d'altitude, c'est-à-dire à un niveau d'à peu près 100 mètres au-dessus de celui de Valfin.

2° Le glaciaire alpin de la vallée de l'Ain, que j'avais cru limité aussi au voisinage de Thoirette, remonte aussi plus haut, mais les blocs deviennent de plus en plus rares à mesure que l'on se rapproche de Condes en remontant le cours de la rivière.

3° Il existe au couchant de la vallée de la Bienne, au nord-est de St-Claude, des blocs alpins de faibles dimensions, dont le transport est difficile à expliquer. Si ces blocs n'étaient que des quartzites on pourrait peut-être les supposer de provenance jurassienne et les attribuer aux rognons siliceux cristallins qui se rencontrent au niveau des assises purbeckiennes, mais ce sont des quartzites noirs ou gris, ou bien encore des micaschistes et des chlorito-schistes qui n'ont pas d'analogues dans le Jura. Ces blocs sont assurément très rares ; mais je n'en ai pas moins rencontré un beau quartzite noir à Leschère, un autre aux environs de Grand-Essarts et deux micaschistes à la côte de Valfin-sur-Bienne.

L'état d'isolement dans lequel se trouvent ces blocs ne permet guère d'admettre un transport intentionnel de l'homme. Il faut donc croire que, d'une manière ou d'une autre, les régions qui avoisinent la Bienne au couchant, ont été visitées par les glaciers alpins ou tout au moins par des glaciers locaux relayant ces derniers, comme l'a déjà fait remarquer Emile Benoit, pour la région de Pontarlier. En cherchant vers le sud comment *les blocs* seraient venus, on ne trouve qu'une voie, celle de la combe de Désertin et de la vallée du Tacon, en relation par les Bouchoux. Seulement, d'une part, dans la combe de Désertin, l'erratique alpin ne paraît pas remonter jusqu'à l'arête culminante qui sépare cette combe de la vallée du Tacon. D'autre part, si l'erratique était venu de ce côté, il serait difficile de comprendre comment, après être descendu jusqu'à St-Claude, il a pu remonter si haut vers le nord-est, à l'encontre du puissant glacier de la Bienne.

En cherchant vers le nord, on se heurte aux arêtes culminantes de la Dôle et du Noirmont, dont les cols, tel que celui de St-Cergues, semblent avoir été au-dessus de la limite des glaciers. Et cependant il a bien fallu que ces blocs vinssent de quelque part. Rapprochant les faits que j'ai constatés de la découverte faite près de la Billaude, par MM. Girardot et Choffat, de débris glaciaires alpins qui ne pouvaient venir que du côté de St-Laurent, je ne puis m'empêcher de croire jusqu'à preuves contraires que c'est par un col voisin de la Dôle, celui de St-Cergues, par exemple, que les blocs alpins

ont pu pénétrer dans le Jura. Cela donnerait une épaisseur un peu plus grande qu'on ne l'admet, à la nappe glaciaire qui couvrait alors la Suisse vis-à-vis du Léman.

Les blocs trouvés en amont de Thoirette, comme ceux que l'on observe à l'ouest de Chamberia, obligent aussi à donner à cette nappe une grande puissance. A Thoirette et à Chamberia les blocs ne semblent avoir eu de trajet que les suivants. Ils ont d'abord tous ensemble longé le Jura du côté de la Suisse, et se sont ensuite engagés dans la cassure de Bellegarde, Chatillon de Michaille et Nantua, pour s'avancer jusque près de Bolozon sur l'Ain ou de Matafelon. Après cela, ils ont remonté les premiers le cours de de l'Ain jusque vers Condes et les seconds celui de la Valouse, affluent de l'Ain, jusqu'au-dessus de Chamberia. Pour remonter vers Condes, les premiers marchaient à l'encontre d'un puissant glacier jurassien descendant le cours de l'Ain. Il fallait donc que la nappe qui les portait fût assez puissante pour faire reculer le glacier ou pour s'épancher au-dessus de lui. Pour aller jusqu'à Chambéria, les seconds avaient aussi comme obstacle le glacier local de la Valouse, moins puissant sans doute que celui de l'Ain, mais assez fort cependant pour que ses moraines se montrent encore au-dessus de St-Imetière. On comprend comment devant ces obstacles inégaux le glaciaire alpin de l'Ain, plus contrarié, est resté au-dessous de 300 mètres vers Condes, tandis que celui de la Valouse est monté à 400. Mais encore une fois ce glaciaire a dû être puissant pour se répandre si loin.

III. — Mollasse

En ce qui touche maintenant à la mollasse, je crois devoir signaler un nouveau gisement de cette formation géologique dans la combe du Grandvaux, près du hameau des Bez. Ce gisement, qui a été mis à nu par une rectification de la route de Chaux-des-Près, se trouve à 150 mètres à peine au couchant du hameau des Bez et établit une transition entre l'Helvétien et la combe d'Evoaz et celui de la Ferté. A la Combe d'Evoaz, la mollasse est en grande partie formée d'un grès vert noirâtre assez riche en Bryozoaires et en Polypiers. A la Ferté, elle est principalement calcaire et ne présente en fait de silice que quelques taches de grès vers la base et des fragments de silex de tous points semblables à ceux de la craie dans l'ensemble de la formation.

Aux Bez, j'ai relevé la coupe suivante en partant du glaciaire pour descendre à l'Urgonien

1. Grès verdâtre micacé, fin, passant au sable en quelques points. 0m30
2. Poudingue calcaire avec silex fragmentés — nodules ferrugineux et nids de grès verdâtre 0m80
3. Assise calcaire violacée à grandes *Ostrea crassissima* . 0m35
4. Banc taraudé 0m20
5. Urgonien avec Polypiers.

Lorsqu'on compare cette coupe au point de vue lithologique à celle qu'Émile Benoit a donnée pour la mollasse de Saint-Martin de Bavel, on voit qu'à Saint-Martin de Bavel les grès micacés sont sans contredit plus abondants qu'aux Bez. Il en est de même si on la compare avec celle que M. Dollfus a prise aux Verrières. Là, en effet, d'après ce savant, la pâte mollassique est composée d'un grès demi-fin grisâtre, à grains glauconieux verts ou noirs, peu micacés, au-dessous duquel se rencontrent de gros poudingues appartenant à des roches calcaires avec débris de roches primitives et fragments de quartz.

Le Grandvaux se présente donc comme une région du Jura où la mollasse revêt un faciès de plus en plus calcaire à mesure que l'on s'éloigne des grandes nappes de mollasse de la Suisse et du département de l'Ain. C'est un coin de terre où la mer semble s'être avancée à l'état de golfe étroit. Il ne serait pas étonnant dès lors qu'aux confins de ce golfe, près des cours d'eau qui y débouchaient, le faciès calcaire ne présente plus de fossiles marins. Ce serait le cas de la brèche de Narlay et des brèches calcaires sans fossiles avec fragments de silex que l'on observe à Leschères et à la ferme du Pré Traîné, près de Valfin. L'étude de ces brèches et leur liaison avec celle qui forme la base de la mollasse permettra peut-être un jour de rétablir les contours des bras de mer qui pénétraient alors dans le Jura.

A propos de ces bras de mer, je n'ai pas encore pu trouver à la Ferté ou aux Bez la distinction des deux niveaux burdigalien à *Pecten præscabriusculus* et helvétien proprement dit à *Ostrea crassissima*, que l'on trouve ailleurs. Aux Bez, le *Pecten præscabriusculus* est rare, à la Ferté il est abondant; mais en ces deux localités il se montre avec l'*Ostrea crassissima* ou alterne avec elle. Il semble en être de même à St-Martin de Bavel et aux Verrières ; car dans la première des deux localités, Emile Benoit signale de grandes Huîtres associées aux *Echinolampas scutiformis* et aux *Pecten præscabriusculus;* et, dans la seconde, M. Dollfus n'a pas eu la pensée de séparer un niveau contenant le Pecten de celui qui con-

tiendrait l'Ostrea. C'est une preuve de plus que les classifications ne sont que régionales et que c'est faire violence à la géologie que de les appliquer partout.

Une remarque que je me permettrai de faire aussi, c'est que je ne comprends pas pourquoi, alors qu'on voit la mollasse à *Pecten præscabriusculus* et *Ostrea crassissima* n'être surmontée dans tout le Jura méridional et central par aucune formation marine plus récente, on veut placer à la suite de M. Suess le maximum d'extension de la mer miocène à l'époque du Tortonien ou de la *Cardita Jouannetti*. Si cette *Cardita* se rencontre au Randen, au-dessus de l'*Ostrea crassissima*, il ne me semble pas que l'extension de la mer vers le Randen à l'époque du Tortonien soit de nature à surpasser son retrait dans le Jura à la même époque.

SUR LA

PRÉSENCE DE DÉPOTS CALCAIRES

PROVENANT DE L'ALTÉRATION DES BASALTES DE LA BUTTE DE MARCOUX-GOUTTELAS, PRÈS BOËN (LOIRE)

par **H. DE CHAIGNON** (1).

Dans le Bulletin des services de la carte géologique de la France, août 1890, M. Le Verrier signale la présence de filonets calcaires à la limite du Tertiaire et des Terrains primitifs, entre Marcoux et Trelins, vers le château de Gouttelas, et venant affleurer contre la butte basaltique, située un peu au sud-est du château.

D'après le même auteur, le pic basaltique serait coupé par les filonets, qui se prolongeraient dans le Tertiaire.

La nouvelle route de Boën à Ambert a entamé le pied de la butte, constituée principalement par des éboulis et mis au jour ces calcaires, qui apparaissent de distance en distance, sans être continus, la route contournant le pic à mi-hauteur de son flanc est.

Ils sont dans ces points complètement désagrégés et sableux. Je ne sais si M. Le Verrier a voulu faire allusion à ces derniers, en les comparant à des travertins, et en leur donnant pour origine la circulation d'eaux minérales ?

Dans la plaine à Sary-le-Comtal, L'Hôpital-le-Grand, Saint-Cyprien, Merlieux, Saint-Romain-le-Puy, etc., affleurent également des calcaires, qui, sans être disposés en bancs bien réglés, sont sédimentaires et diffèrent absolument de ceux de Marcoux.

Cependant, ceux découverts près de Saint-Romain-le-Puy, dans les sondages et les fouilles pratiqués pour la recherche des eaux minérales, au voisinage du basalte ou des tufs basaltiques, présenteraient, il semble, une disposition un peu spéciale : ils ne sont pas

(1) Note présentée à la séance du 24 juin 1895; manuscrit remis le 12 juin. Epreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 13 juillet 1895.

en masse continue, mais en blocs, dont quelques-uns assez volumineux, plutôt arrondis qu'anguleux, et disposés assez irrégulièrement à côté les uns des autres et comme indépendants.

Le mode de formation de ce dernier calcaire diffèrerait-il de celui des autres ? Il m'a semblé moins chargé en fer, plus compact et plus résistant, moins argileux, et renfermant de petits vides géodiques tapissés de cristaux de carbonate de chaux. A part ces quelques particularités toutes locales, l'ensemble de la formation offre les mêmes caractères dans ces dépôts de la plaine.

Le calcaire est généralement peu dur, argilo-siliceux, ce qui permet de l'employer pour la fabrication de la chaux hydraulique, il renferme par places des rognons de silex et ailleurs des grains de glauconie.

A part la remarque faite en passant, touchant le calcaire de Saint-Romain-le-Puy, il est évident qu'il ne peut y avoir communauté d'origine entre la formation des calcaires sus-nommés et celui de Marcoux.

D'abord, en tant que faciès, comme je le disais plus haut, et comme composition, dont je parlerai tout à l'heure.

Le talus de la route nouvelle, de Boën à Ambert, qui a mis à découvert ces calcaires de Marcoux, est tout fraîchement abattu, aucune végétation ne l'a encore recouvert; on peut donc bien se rendre compte de sa composition, mais surtout de la disposition de ses éléments.

Sur un fond sableux jaunâtre se détachent des sections de boules ou rognons, plus ou moins sphériques, coupés par le milieu par le travail de la pioche; distancés les uns des autres comme des blocs éboulés, et dont l'intérieur, complètement friable, est blanc, avec des veines verdâtres claires ou simplement brunes, interrompues et concentriques, surtout à la périphérie. Dès qu'on y touche, le tout tombe en poussière.

Dans l'intérieur de certaines boules (plusieurs ont jusqu'à 25 ou 30 centimètres de grand diamètre), on trouve le noyau central basaltique intact et dur, ou en voie de décomposition. Dans d'autres, c'est le contraire, le centre est bien décomposé, et quand on fait tomber la partie extérieure, il reste dans la main un noyau blanc qui rappelle la forme d'un œuf.

Il semble que la décomposition affecte également, en premier, le centre ou la périphérie ; généralement, cependant, c'est bien la partie extérieure qui est altérée la première.

Ne pourrait-on voir là le résultat de la décomposition du basalte?

dont le feldspath est particulièrement calcique : les blocs éboulés constituant tout le pied de la butte.

Il est vrai que les intervalles entre les pseudo-blocs, tout en offrant une teinte un peu plus foncée, présentent la même composition. Ne serait-ce pas un remplissage, occasionné par les eaux, qui auraient entraîné le résidu d'autres blocs ou de particules basaltiques superposés et décomposés antérieurement.

Il n'est pas impossible que des sources chargées d'acide carbonique, ou des eaux minérales ne soient intervenues, mais elles n'expliqueraient pas seules la présence de ces formes arrondies, restes ou résidus de blocs, qui ont dû dans le principe avoir roulé à l'état intact.

A l'analyse qualitative, la composition de ces sables calcaires est bien différente de celle des calcaires de la plaine : Sury-le-Comtat, St-Cyprien, l'Hôpital-le-Grand, etc. Ces derniers ne renferment pas de magnésie, ou de simples traces, encore moins d'acide phosphoriques. Ceux de Marcoux en renferment au contraire des quantités très notables, ce n'est pas tout à fait une dolomie, mais on peut cependant les dire riches en magnésie. Il en est de même pour l'acide phosphorique.

C'est le carbonate de chaux qui domine, puis l'argile ; ils renferment peu de grains siliceux, mais de petits granules feldspathiques ou basaltiques ; le fer à l'état d'oxyde n'y manque pas.

Il était important de rechercher si ces calcaires mis au jour pour l'établissement de la route se trouvaient dans d'autres points, et étaient toujours en relation avec le basalte, pour expliquer leur formation.

A 30 mètres au-dessus de la route nouvelle, à la limite d'une vigne qu'on a minée, et qui est séparée du sommet de la butte par un talus élevé, le basalte, toujours à l'état d'éboulis, de conglomérat, est en contact avec un filon de granulite. Le tout est en partie décomposé et constitue un ensemble principalement calcaire, blanchâtre et pulvérulent et plus ou moins chargé de particules basaltiques, avec grains de quartz et de feldspath.

Sur la route qui va de Marcoux au château de Gouttelas, après le passage du pont qui est au-dessous du village, on voit le basalte affleurer contre un des talus, il est là aussi pénétré et transformé en calcaire.

A l'entrée du petit chemin montant à Prélion on le retrouve également dans les mêmes conditions.

En poursuivant vers Gouttelas, on arrive au ravin du Carterin,

qui entame le pied du pic basaltique dans sa partie visible la plus basse, en un point appelé : Mine de la chaux, à cause d'une ancienne exploitation de calcaire pour la fabrication de la chaux.

Malgré l'abandon de la carrière, on voit encore la place où devait se faire l'extraction. Quelques filonets calcaires en contact avec le basalte affleurent au pied de la paroi basaltique.

Le calcaire est blanc rosé, grenu et cloisonné comme certaines dolomies ; son grain, sans beaucoup de cohésion, est cristallin ; c'est un calcaire saccharoïde. Il est en filon, et non à l'état sableux. Il renferme peu ou pas de fer, il est peut-être plus riche en magnésie que celui des talus, mais à peine argileux, et n'étant pas à l'état de sable, il n'est pas mélangé de grains siliceux ou feldspathiques. Je n'ai pas constaté la présence de l'acide phosphorique.

Les cloisons sont remplies d'une sorte de terre verte, de nature argileuse, très friable et très chargée en fer, avec une faible teneur en carbonate de chaux.

Ce remplissage semblerait bien provenir de la décomposition du basalte. D'autant, qu'en dessous du filon calcaire il y a une couche, dont on ne peut voir l'épaisseur, qui est certainement un produit de désagrégation du basalte, un tuf boueux. C'est une argile grise, durcie par le tassement, très plastique cependant, et toute criblée de petites particules ocreuses arrondies, et ne présentant pas de traces de calcaire.

Dans ces conditions, il est bien certain que la formation de ce calcaire du ravin du Carterin ne peut être identifié avec celle des différents calcaires provenant des talus dont j'ai parlé.

Là aussi, il y a bien contact avec le basalte, mais ce n'est pas lui qui a donné naissance au calcaire, qui s'est substitué à lui, sa présence semble indépendante.

Il est vraisemblable que dans ce point des sources minérales sont intervenues, qui ont déposé le calcaire, sous forme de travertins ou de tufs, en englobant le basalte décomposé dans le même temps.

Néanmoins, je ne pense pas que l'interprétation que j'émettais sur la formation du calcaire des talus, n'ait pas sa valeur, car il me semble qu'elle est prise sur le fait et montre tous les passages d'un commencement de transformation à un changement ou à une substitution complète du basalte au calcaire.

Il résulterait de l'exposé ci-dessus que ces calcaires de Marcoux seraient peut-être, sur les lieux, d'un emploi utile, non comme engrais phosphatés, la proportion d'acide phosphorique étant trop

peu importante, mais ils pourraient s'employer pour l'amendement de certains sols. Ils peuvent être exploités comme des sables.

Aussi serait-il intéressant de s'assurer s'ils n'existent qu'en ces seuls points, ce qui serait insignifiant; ou s'il y aurait espoir de les retrouver tout autour de la butte, sur un espace sérieusement étendu, soit en surface, soit en profondeur.

NOTES PRÉLIMINAIRES DIVERSES

SUR LA

GÉOLOGIE DU SUD DU BASSIN DU RHÔNE

par **Edm. PELLAT** (1).

I. — Calcaire lacustre éocène a *Strophostoma lapicida* et *Planorbis pseudo-ammonius* de la Choisity, près d'Aramon (Gard)

Ce lambeau éocène n'est pas indiqué sur la feuille 222 (Avignon) de la Carte géologique détaillée de la France. Il est situé à quatre kilomètres environ d'Aramon, à gauche de la route qui conduit d'Aramon à Saze, entre les lieux dits Saint-Pierre du Terne et la Choisity, et occupe une sorte de cuvette circonscrite par le Néocomien qui forme autour des buttes élevées.

Des champs d'oliviers sont couverts :

D'innombrables *Lithothamnium* provenant de la base de la mollasse miocène à *Pecten præscabriusculus*, visible en place, un peu plus haut ;

De galets à patine verdâtre, débris d'un conglomérat analogue à celui de Pierre-Longue, près de Villeneuve-lès-Avignon, et en contenant quelques fossiles.

De fragments de calcaire lacustre blanc, très dur et compact, quelquefois un peu crayeux et friable, inférieur au poudingue et à la mollasse.

On ne trouve, entre ce calcaire lacustre éocène et le Miocène, aucune trace d'Oligocène.

Le calcaire lacustre est rempli de Planorbes (*P. pseudo-ammonius*), de Lymnées (*Lymn. Michelini*), de Strophostomes (*S. lapicida*) et d'espèces nouvelles, notamment un Bulime sénestre de grande taille.

Les fossiles sont souvent très bien conservés.

(1) Notes présentées à la séance du 24 juin 1895; manuscrit remis le même jour. Épreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 18 juillet 1895.

Tout est pêle-mêle à la surface de ces champs d'oliviers (galets du conglomérat, *Lithothamnium* et fragments de mollasse, débris du calcaire lacustre). On ne remarque tout d'abord que les *Lithothamnium*, blancs comme les débris de calcaire lacustre. Quelques fossiles du conglomérat, des Peignes et des Oursins de la mollasse sont mélangés, par suite du remaniement superficiel, aux Planorbes et aux Lymnées de l'Eocène.

Ce lambeau lacustre éocène, découvert par M. Allard, employé au P.-L.-M. à Tarascon, appartient à la formation, si morcelée, du calcaire du Montaiguet ou du calcaire de Cuques des environs d'Aix en Provence. Je n'en connais pas, dans la région, d'autre affleurement. Il correspond, probablement, au calcaire de Saint-Parre, près Nogent-sur-Seine (Lutétien lacustre).

Deux jeunes géologues d'Avignon, MM. Bartesago et Salomez, ont, comme moi, recueilli de nombreux fossiles dans ce gisement, peu étendu, et qui a facilement échappé, ainsi que plusieurs petits affleurements de mollasse des environs, aux auteurs de la feuille d'Avignon.

Notre savant confrère de la Faculté de Lyon, M. Depéret, va établir la liste de ces fossiles et décrira les espèces nouvelles. Je joindrai à son travail une note stratigraphique un peu plus détaillée.

II. — Sur un Conglomérat a *Bulimus Hopei*, situé au lieu dit « Morre-Rouge », près des Issards, entre Aramon et Villeneuve-les-Avignon (Gard).

A peu de distance du petit lambeau de calcaire lacustre, à *Planorbis pseudo-ammonius* dont je viens de parler, entre la Choisity et la grange Queyraud (voir la feuille 222, Avignon), au lieu dit « Morre-Rouge », tout près du château des Issards, une butte attire de loin la vue par sa couleur rouge-brique.

Cette butte qui *pointe*, si je peux m'exprimer ainsi, dans une sorte de dépression du terrain néocomien, est formée de sédiments gréseux et argilo-sableux, de couleur rouge-brique ou jaunâtre, remplis de sortes de concrétions de même couleur, parmi lesquelles on rencontre de rares et mauvais moules de *Bulimus Hopei* tout à fait semblables aux moules que l'on obtient en enlevant le test des superbes exemplaires d'Eygalières (carrière du moulin de Marc) (1). Au-dessus de ces concrétions et de ces argiles sableuses rouges, qui

(1) Pellat. *B. S. G. F.*, 21 mars 1891. *Compte rendu sommaire.*

se trouvent aussi à Eygalières, on rencontre un calcaire blanc jaunâtre, très analogue à celui qui est exploité dans cette dernière localité.

Le lambeau qui fait l'objet de cette courte note n'a pas été indiqué sur la feuille d'Avignon, pas plus du reste que le calcaire à *Bul. Hopei* d'Eygalières. La carte n'indique pas non plus un bel affleurement de mollasse à *Pecten præscabriusculus* et *Pecten Tournali* exploité tout contre le canal des Alpines, entre Eygalières et la Halte de Saint-Didier (B. du Rhône).

III. — Le Conglomérat miocène de Pierre-Longue, près Villeneuve-lès-Avignon.

A deux kilomètres environ de Villeneuve-lez-Avignon, à cinq cents mètres et sur la gauche du premier passage à niveau situé au nord de la station de Villeneuve Pujaut, se dresse, visible de loin, une sorte de monolithe que les gens du pays appellent « pierre longue » et que M. Nicolas, conducteur des Ponts-et-Chaussées à Avignon, m'a indiqué sous le nom de « la femme de Loth ». Ce monolithe ressemble, en effet, d'une manière frappante, à une géante pétrifiée. C'est un témoin du calcaire néocomien sous-jacent et circonvoisin respecté par l'érosion, grâce à de nombreux rognons de silex.

Sur le talus du Néocomien, incliné à 45 degrés environ, on remarque de mombreux trous parfaitement arrondis que je considère comme l'habitat, à l'époque miocène, d'Oursins perforants. Des trous semblables s'observent presque toujours, dans la région, quand le Néocomien est en contact direct avec le Miocène. Sont-ce des trous faits par le *Cidaris avenionensis*?

La dénudation a laissé sur un espace de quelques mètres carrés, contre le Néocomien à silex et presque au pied de la femme de Loth, un *placage* de conglomérat miocène, formé principalement de gros rognons de silex et de fragments arrondis du calcaire néocomien, *cimentés* par un calcaire dur, jaunâtre ou grisâtre, verdâtre par place, comme les galets eux-mêmes (1).

(1) Cette patine, verdâtre ou noirâtre, s'observe sur les galets du conglomérat à gros éléments, d'apport lointain, souvent cité par M. Depéret dans ses travaux sur le Miocène, cité, aussi « *comme très constant* dans tout le bassin du Rhône », par Fontannes, à la base de la mollasse sableuse à *Pecten præscabriusculus* et *Davidi*. Ce conglomérat, dans la région que j'explore, n'est pas constant ; je l'ai observé aux Baux où il est principalement composé de roches du Danien sous-jacent et

Ce *ciment* est pétri de fossiles souvent d'une très belle conservation (Polypiers, Bryozaires, Térébratules, Rhynchonelles, Lamellibranches, Gastropodes). On y trouve quelques rares Nautiles. Je m'abstiens pour le moment d'assigner à ces fossiles des noms spécifiques.

L'aspect de la roche, l'absence de relations directes, *sur ce point*, avec la mollasse à *Pecten præscabriusculus*, exploitée à un kilomètre environ, comme aux Angles, dans une sorte de cuvette circonscrite par le Néocomien, la présence de Cardites (*Cardita* cf. *Michaudi*) et d'autres fossiles, le contact avec le *Schlier* qui butte contre le dépôt ou le recouvre m'avaient d'abord fait assimiler ce conglomérat au grès calcarifère de la Baume de Transit (Drôme), dont j'ai vu une belle série de fossiles dans la superbe collection de Mme Escoffier à Visan, ou à l'horizon du *safre* de la région de l'étang de Berre (1), ou aux sables et grès à *Pecten Gentoni* (Olim Celestini), ou au grès lumachalle à Cardites du Bassin de Visan (2), ou aux sables à Térébratulines et *Pecten Gentoni* (3), en un mot à l'Helvétien (sensu stricto) (4) ou à l'Helvétien moyen (5).

Mais je viens d'observer dans les déblais qui ont été extraits des caves de la brasserie de Beaucaire, lorsque l'on les a creusées, au milieu des fragments de la mollasse à *Pecten præscabriusculus* dans laquelle ces superbes caves sont taillées, quelques fragments de conglomérat pétris de fossiles identiques avec ceux du conglomérat de la femme de Loth. D'après les ouvriers qui ont creusé ces caves, le conglomérat a été rencontré *sous* la mollasse dans un endroit malheureusement aujourd'hui muré.

Un autre fait me porte à croire que le conglomérat de la femme de Loth est bien réellement placé *sous* la mollasse à *Pecten præscabriusculus* (mollasse blanche de Beaucaire, des Baux, de Saint-Remy, de Saint-Paul-Trois Châteaux) : aux Angles, dans les

sur beaucoup d'autres points ; mais, sur d'autres, la mollasse débute soit par des bancs argilo-sableux à Lithothamnium et à Echinolampas, analogues à la *mollasse sableuse* de Barry, près Bollène, (St-Remy au mas Fontaine), soit par des calcaires argileux pétris de Bryozoaires, de Thécidées, de Peignes (*Pecten Davidi*, *Pecten præscabriusculus*), comme par exemple sur la route de Maussane, près de St Remy.

(1) Les terrains tertiaires de la Côte de Provence, 2e partie, par Fontannes (Mém. complété et rédigé par M. Depéret), 1892.

(2) Le bassin de Visan, par Fontannes, 1878.

(3) Depéret. Classification et parallélisme du système miocène, *B. S. G. F.*, t. XXI, 1893.

(4) Ibidem.

(5) Les terrains tertiaires de la côte de Provence (Mémoire cité ci-dessus).

carrières de mollasse, *vers le milieu* de leur hauteur, et non, cette fois, à la base, un banc à *galets* verdâtres, rempli de *Pecten præscabriusculus*, comprend avec de nombreuses dents de Squales, des fossiles *remaniés*, *usés*, identiques avec ceux du conglomérat de la femme de Loth.

Ce conglomérat serait donc plus ancien que la mollasse à *Pecten præscabriusculus*, malgré ses fossiles qui semblent indiquer un niveau miocène plus élevé (1).

Une nombreuse série de fossiles du conglomérat de la femme de Loth, provenant des collections de M. Allard (Tarascon), de MM. Nicolas et Bartesago (Avignon), et de la mienne, est entre les mains de M. Depéret qui se prononcera sur leur âge.

Je soumettrai à la Société, quand M. Depéret présentera son travail paléontologique, une coupe du gisement et une photographie de ce curieux monolithe que les agents atmosphériques feront probablement bientôt disparaître.

Des sables grisâtres, argileux, micacés, consolidés à diverses hauteurs, en lits gréseux, formant des entablements en saillie, et que M. Depéret a assimilés au *Schlier* (loco citato, *Bull.* 3e Sér., t. XXI) au safre de la région de l'étang de Berre, viennent butter en stratification discordante et transgressive contre le conglomérat, mais reposent le plus souvent directement sur le Néocomien. Ces sables contiennent de rares Scalaires, de nombreux *Pecten Gentoni* et beaucoup de Bryozoaires (2).

(1) *Note ajoutée pendant l'impression.* — Je viens de rencontrer le poudingue de Pierre Longue *entre* la mollasse à *Pecten præscabriusculus* et le Néocomien, un peu au nord des anciennes carrières de Beaucaire, à gauche de la route de Comps, en face du château de Prémont (voir la feuille 222 Avignon, où ce petit massif de mollasse est indiqué, entouré de Néocomien et le recouvrant). La superposition est évidente. Le poudingue de Pierre Longue, malgré les grandes affinités de sa faune avec celle des faluns de Touraine, est placé sous la mollasse à *Pecten præscabriusculus*, c'est-à-dire à la base de l'Helvétien inférieur (du Burdigalien).

(2) *Note ajoutée pendant l'impression.* — Epais d'une quarantaine de mètres, ces dépôts argilo-sableux sont recouverts, sur l'escarpement qui domine la voie ferrée, en face du château d'Insolas, près de Pierre-Longue, par des assises calcaréo-gréseuses pétries de Bryozoaires et de débris de Pecten, par des sables jaunâtres à fossiles roulés, par des grès calcarifères brunâtres, criblés de petits galets, à fossiles à l'état de moules et de contre-empreintes (Cônes, Cardites). Ces grès sont identiques avec le grès calcarifère de la Baume-de-Transit (Drôme). D'autres couches ressemblent d'une manière frappante à des assises de l'Helvétien moyen du bassin de Visan.

IV. — Découverte de Céphalopodes du Barrémien des Basses-Alpes et d'Algérie dans le Barrémien du Gard.

M. Edm. Pellat signale, d'après les déterminations de M. Kilian, dans les assises marno-calcaires du Gard, pour lesquelles M. Torcapel a créé le nom d'étage barutélien, des fragments de petits Holcodiscus pyriteux appartenant aux Holcodiscus barrémiens des environs de Constantine, ainsi que *Holcodiscus Caillaudi* d'Orb., *H. Perezi* d'Orb., *Desmoceras difficile* d'Orb., parfaitement typique.

Ces Céphalopodes *barrémiens* ont été recueillis par M. Pellat dans la combe des Perras, sous le Pont de Justice, entre St-Just et Brouzet (Gard).

M. Pellat a recueilli également ces mêmes fossiles au cours d'une excursion avec MM. Fabre et Allard, dans les talus marno-calcaires surmontés d'un banc de calcaire urgo-aptien ou encore barrémien, sous le pittoresque village de Lussan (Gard) (1).

Dans ces gisements pullulent *Echinospatagus Ricordeaui*, *Ostrea aquila*, *Terebratula* cf. *sella*.

On y trouve aussi des Crinoïdes, des Rhynchonelles inédites, des Plicatules, etc., etc.

On a là un facies mixte, intéressant, à Spatangues et à Céphalopodes du Barrémien.

Les marno-calcaires du Barutélien de M. Torcapel, facilement entamés par les érosions, correspondent à des accidents de terrain que la carte de l'Etat-major indique. La carte géologique devrait consacrer une teinte et des contours spéciaux à ces marno-calcaires à faune bien tranchée et qui diffèrent tellement des couches néocomiennes *rocheuses* sous-jacentes et supérieures.

V. — Anticlinal de Maruejols (Gard).

M. Edm. Pellat appelle l'attention sur un superbe anticlinal visible entre Mons, Maruejols et la localité barrémienne du Pont de Justice dont il vient d'être parlé.

Cet anticlinal montre :

1° Sur le plateau très raviné situé au sud-est de Mons, les marno-calcaires infra-néocomiens (valanginiens) formant une

(1) Les environs de Lussan, où viennent d'être cités des Céphalopodes du Barrémien des environs de Constantine, ont précisément une certaine ressemblance avec ceux de cette pittoresque ville.

belle voûte et très riches en Bélemnites et Ammonites (*Hoplites Roubaudi*, *H. neocomiensis*, etc.). Certains bancs glauconieux rappellent des couches de St-Pierre de Cherenne (Isère). Dans le Gard (sauf dans les environs de St-Hippolyte), le Valanginien est très pauvre en fossiles. Il en est ici autrement [collection Allard (à Tarascon) et ma collection].

2° A Maruejols, les strates presque verticales de la fin du Valanginien, puis l'Hauterivien et le Cruasien (Torcapel).

3° Dans la combe que traverse la route de St-Just à Brouzet (combe du Pont de Justice), le Barrémien (Barutélien de M. Torcapel) dont il a été question dans la note précédente.

M. Pellat se propose de présenter la coupe de cet anticlinal dans la Réunion extraordinaire de Sisteron.

VI.— Sur un lambeau pliocène, plaqué contre la mollasse a *Pecten præscabriusculus* a droite et a gauche du tunnel de Ginestet, près Beaucaire (Gard).

La feuille d'Avignon n'indique pas exactement le contour du Pliocène à l'ouest de Beaucaire. D'après cette carte, les alluvions anciennes (a^1 de la carte) viennent butter directement contre la mollasse des carrières dites de Beaucaire, entre le viaduc et le tunnel de Ginestet. Le $\mathbf{P}^1$ de la carte (marnes et faluns de St-Ariès) n'affleure pas, d'après la carte, dans l'espèce d'anse formée par l'escarpement de mollasse. La carte n'indique le $\mathbf{P}^1$ qu'à l'extrémité du massif de mollasse, à la sortie du tunnel qui traverse ce massif. Une bande de $\mathbf{P}^1$ que la voie ferrée de Nîmes longe, se dirige vers Bellegarde, sur le flanc du plateau recouvert d'une puissante nappe de cailloux de provenance alpine (**P**) considérés comme représentant les alluvions à *Elephas meridionalis* (1).

Je viens d'explorer avec M. Allard, sous-chef de gare à Tarascon, un fort beau lambeau de Pliocène, plaqué, à droite et à gauche de l'entrée E. du tunnel de Ginestet, contre la mollasse à *Pecten præscabriusculus* qui formait sans doute, sur ce point, une petite baie.

A droite du tunnel, à l'entrée de la belle carrière Perre, où l'on exploite 28 mètres de mollasse, plongeant légèrement au sud-ouest (2)

(1) Dans cette bande pliocène au lieu dit « Pauvre Ménage » on exploite pour les tuileries, l'argile à *Pecten comitatus*, comme à Meynes, près Montfrin. M. Fontannes et M. Depéret ont signalé plusieurs affleurements de ces argiles sur la rive droite du Rhône.

(2) L'inclinaison est très forte à moins de cent mètres, à la brasserie de Beaucaire.

un amas de sable argileux ou plutôt d'argile jaunâtre agglutinée par places en une sorte de calcaire argileux très fossilifère, est rempli d'Huitres (*Ostrea cochlear* et autres), de Peignes (*Pecten pes felis*), de *Hinnites* gigantesques et d'une admirable conservation (*Hinnites crispus* et autres) de Thécidées, de radioles d'Oursins, de Bryozoaires.

A gauche du tunnel, sur une sorte de palier, tout contre la mollasse, la faune, un peu différente, contient, en outre, à profusion, *Pecten scabrellus*, *Ostrea Hornesi*, etc., etc.

La faune de l'argile à *Pecten comitatus* du Pauvre Ménage et de Meynes, identique à celle de l'argile de Bouchet, près Visan, est tout autre.

Sont-ce des dépôts pliocènes d'âge différent ou seulement des dépôts synchroniques formés dans des conditions différentes ?

VII. — Anticlinal de la vallée d'Auge, près Saint-Étienne-du-Grès (Alpines)

M. Pellat signale l'existence, près de Saint-Étienne-du-Grès, dans la direction de la vallée d'Auge, des marnes infra-néocomiennes.

Au-dessus de ces marnes (dans la combe de la villa Félix), des calcaires grisâtres, plongeant rapidement vers le nord, contiennent : *Hoplites amblygonius*, d'autres Céphalopodes valanginiens déterminés par M. Kilian et des Échinides des calcaires valanginiens du Fontanil (Isère).

L'Hauterivien à *Echinospatagus cordiformis*, très fossilifère près du château de Rousty, succède au Valanginien.

Le Barrémien à silex, avec rares *Desmoceras difficile*, de très grande taille, plonge fortement et disparaît bientôt sous les éboulis et sous les alluvions de la plaine (ancien lit de la Durance). On l'exploite, tout contre le cimetière de Saint-Étienne-du-Grès, pour l'empierrement des routes.

Quelques bancs utilisés accidentellement par les marbriers donnent, polis, un marbre veiné de rose d'un assez joli effet.

VIII. — Hauterivien de la Montagnette

Sous la cible de la garnison de Tarascon nous avons recueilli, MM. Allard, Curet et moi, de nombreux fossiles de l'Hauterivien le plus typique (*Ammonites ligatus*, *Janira atava*, *Ostrea Couloni*, *Echinospatagus cordiformis*.

IX. — Dépôts lacustres de la butte Iouton, entre Comps et Beaucaire (Gard), avec la collaboration de M. Allard.

J'ai l'honneur d'annoncer en mon nom et au nom de M. Allard, employé à la Compagnie P.-L.-M., à Tarascon, un travail sur les dépôts lacustres d'une sorte de piton très remarquable, visible de fort loin, situé, comme d'autres moins élevés, sur le massif néocomien, qui s'étend de Comps ou plutôt de Meynes jusqu'à Beaucaire, à l'altitude de 160 mètres environ.

Deux anciens confrères, Emilien Dumas (1) et le marquis de Roys (2) ont dit quelques mots de ce lambeau tertiaire qui figure sur la carte géologique (feuille d'Avignon) comme comprenant (si l'on distingue bien les couleurs qui sont assez confuses), sous m^3 (mollasse), de $l'e^2$ (calcaires à Striatelles de la légende de la carte) et de $l'e^1$ (sables et poudingue d'Euzet). Je dirai tout de suite que les argiles bigarrées de la base de la butte Iouton, ont bien peu de ressemblance avec ce terme inférieur de la série lacustre éocène ou oligocène des environs d'Euzet.

Une étude détaillée de cet ensemble de couches avec listes de fossiles, groupés assise par assise, sera présentée prochainement à la Société avec une coupe. Notre éminent confrère de la Faculté de Lyon, M. Depéret, se propose de décrire les espèces nouvelles et d'établir les listes de fossiles.

Je me bornerai aujourd'hui à indiquer, à titre de prise de date et sans entrer dans des détails, les principales assises que nous distinguons. J'ai eu le plaisir de les montrer à plusieurs de nos confrères et ils ont recueilli dans ces couches des fossiles qui commencent à se répandre dans les collections.

La butte Iouton est couronnée par 15 mètres environ de mollasse blanche à *Lithothamnium* et à *Pecten præscabriusculus*, reposant sur 2 mètres de conglomérat à galets verdâtres. C'est la base du Miocène.

Intimement reliés l'un à l'autre, le conglomérat et la mollasse semblent être un gigantesque bloc presque carré et à bords presque rectilignes, *posé* au sommet de la butte. Un château dont on voit encore les ruines a été, au moyen-âge, comme celui de la butte voisine de Saint-Roman, en partie taillé dans ce *bloc* de mollasse, en partie construit avec les pierres qu'il a fournies.

Sous ce massif miocène et en stratification discordante, avec

(1) Émilien Dumas : Statistique géologique du Gard.
(2) Marquis de Roys : *B. S. G. F.*, 2e Sér., t. III, 1846.

surface, à la limite, percée de trous de Lithodomes, les dépôts lacustres (oligocènes probablement, — nous nous abstenons pour le moment de préciser leur âge, —) forment une sorte de butte sur les pentes de laquelle la végétation et les éboulis ne laissent, le plus souvent, apercevoir que les bancs assez résistants et assez épaïs pour constituer des espèces de gradins.

Les principales couches de la série qui fait l'objet de la présente note sont les suivantes, de haut en bas :

1° des calcaires, les uns jaunâtres, les autres blancs, compacts, peu fossilifères, contenant, vers le haut, *Vivipara Soricinensis* Noulet, fossile qui, dans le bassin d'Alais, occupe un niveau élevé (les éboulis et la végétation cachent, en partie, ces couches, qui doivent avoir 8 à 10 mètres);

2° un calcaire jaunâtre, dur, compact, rempli de Lymnées, de Planorbes (deux espèces), de Bythinies (0,50 c.);

3° après 2 mètres environ de calcaire un peu oolitique, 6 à 8 mètres de calcaires argileux grisâtres, très fissiles, se divisant en minces plaquettes (nombreuses Cyrènes);

4° un calcaire d'un beau blanc, très finement oolitique, tendre, presque crayeux, qui a été jadis exploité sur deux points de la butte (3 à 4 mètres). Ce calcaire se taille comme la mollasse miocène;

5° des plaquettes semblables à celle du n° 3, mais contenant, avec de grandes Cyrènes très allongées, *Melania Albigensis* des Bythinies, d'innombrables tiges de *Chara* entrelacées (0,50 c.);

6° un banc de 0,80 c. d'une très remarquable oolite, friable, jaunâtre, à grains minuscules. parfaitement égaux, ressemblant à des graines de végétaux ou à des œufs microscopiques;

7° un calcaire compact, très blanc, rempli de Lymnées, de Striatelles, etc. (0,50 c.);

8° sur 3 à 4 mètres, des calcaires oolitiques blancs, contenant des grains de quartz rose, remplis de fossiles friables comme la roche, mais d'une parfaite conservation (*Melanopsis acrolepta*, *Striatella Barjacensis*, *Nerita* (sp. nova), *Hydrobia pyramidalis*, *Bythina Monthiersi*, Cyrènes, etc., etc.).

La surface de cette assise, dure et peu oolitique, est couverte, par place, de débris de Paléotherium;

9° des calcaires compacts, très blancs, durs, analogues au calcaire n° 7, à petites Cyrènes, Lymnées, Striatelles, etc. (plusieurs mètres).

Sous cet ensemble de couches, composé, ainsi que je viens de le dire, de calcaires en plaquettes, d'oolites et de calcaires friables (le tout généralement d'un beau blanc), on rencontre 20 mètres environ de sédiments argilo-sableux, panachés, rouges, jaunâtres, très blancs par places, mais surtout rouges, contenant, vers le bas, des rognons de quartzite ferrugineux et des lentilles de grès roux à gros grains (sorte d'arkose). Ces sédiments argilo-sableux ressemblent beaucoup aux sables argileux bigarrés de Mérindol, près d'Apt, d'Orgon, etc., que l'on attribue à l'Éocène inférieur.

Vers la partie supérieure du dépôt, un calcaire à silex de 1 m. 50 à 2 mètres, blanc ou rosé, marbré, très dur, non fossilifère (jusqu'à présent), ressemble beaucoup à celui qui, plus épais, contient, à Eygalières (Bouches-du-Rhône), les fossiles de l'horizon du Calcaire du Montaiguet (Éocène moyen), notamment *Bulimus Hopei*.

Une faille très nette, avec belle brèche de friction, forme, au nord-est, le bord de l'espèce de cuvette néocomienne dans laquelle ce lambeau lacustre s'est conservé et d'où, ainsi que je le disais au commencement de cette note, il émerge en forme de butte. Cette faille met, au nord-est, les sédiments argilo-sableux bigarrés en contact avec le Néocomien. La Carte géologique n° 222 (Avignon) indique bien une petite faille, mais la place au sud de la butte.

Ce lambeau tertiaire, qui devra être comparé à l'affleurement analogue de Nîmes et aux dépôts du bassin d'Alais, a paru, à M. Allard et à moi, mériter l'étude détaillée que nous nous contentons aujourd'hui de résumer.

Note ajoutée pendant l'impression. — Deux buttes voisines (celle de Saint-Roman et celle qui domine la ferme Sicart) montrent aussi les sédiments argilo-sableux bigarrés. Les éboulis y cachent presque complètement les assises lacustres plus élevées. La mollasse couronne aussi ces buttes.

SUR LE MASSIF VOLCANIQUE

DE SILIQUA

(SARDAIGNE MÉRIDIONALE)

par **S. BERTOLIO** (1).

(Pl. III).

Dans l'île de Sardaigne les formations volcaniques sont très développées, surtout dans la partie N. O., où elles s'étendent sur 300 kilomètres carrés. Cette contrée, aussi belle qu'inconnue, est riche en volcans éteints parfaitement conservés, et comparable, au point de vue géologique, aux plus intéressantes d'Europe.

Dans la partie méridionale de l'île, les massifs volcaniques, quoique nombreux, sont peu étendus. Ils sont semés çà et là dans la région sans aucun ordre apparent. Les appareils volcaniques ont complètement disparu, et il reste simplement des témoins isolés au milieu de terrains profondément érodés.

En général, les roches volcaniques de la Sardaigne méridionale sont beaucoup plus acides que celles de la partie septentrionale et sont considérées au point de vue stratigraphique comme plus anciennes.

Dans la province de Cagliari, qui embrasse à peu près toute la Sardaigne méridionale, on rencontre des formations volcaniques à Pula dans le golfe de Cagliari, à Narcao dans le Sulcis, dans la presqu'île de S. Antioco, dans l'île de S. Pietro, au nord de Monte-Vecchio, près des villages d'Ales et de Nurri et enfin à Siliqua.

Les roches les plus acides de toute la région sont sans doute celles que j'ai signalées dans l'île de S. Pietro, où j'ai mis en lumière un type de *rhyolite à œgyrine* excessivement intéressant.

J'ai eu l'occasion, pendant mon séjour à Iglesias, d'étudier le massif de Siliqua, dont je vais donner ici la description.

(1) Note présentée à la séance du 24 juin 1895 ; manuscrit remis le 8 juillet. Epreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 19 juillet.

Aperçu topographique

La région de Siliqua se trouve à 27 kilom. à l'ouest de Cagliari et à l'entrée de la grande vallée d'Iglesias. Elle est traversée, dans sa longueur, par la route nationale Cagliari-Iglesias et par le chemin de fer qui relie ces deux villes.

Les formations volcaniques se montrent au milieu de schistes siluriens qui, cependant, ne sont guère visibles à cause des sédiments épais qui les recouvrent.

La région est tourmentée ; on observe les soulèvements les plus importants au nord de la route nationale, où ils forment une suite de mamelons et de collines disposés à peu près suivant un arc de cercle. Au sud se montrent deux dykes, dénudés par les érosions.

L'activité volcanique dans la région n'a pas été renfermée dans cette étroite enceinte. Déjà à Villamassargia, petit village placé à 12 kilomètres à l'ouest de Siliqua, le sol est volcanique, on y voit s'élever les pointements trachytiques de Gioiosa Guardia.

Plus au sud de Villamassargia, on peut suivre les formations volcaniques dans les gorges traversées par la route de Seddas de sa Galanza.

A l'est du massif principal de Siliqua apparaissent de nouvelles roches volcaniques qui forment les buttes de San Nicola.

La région que j'ai étudiée est divisée en deux parties par une petite rivière appelée Sixerri. A cette division topographique correspond, dans les roches de la région, une division pétrographique bien accentuée.

La partie basse de la vallée est couverte de sédiments quaternaires, riches en cailloux roulés : ce sont évidemment des dépôts du Sixerri atteignant parfois des épaisseurs considérables.

Dans la région affleurent aussi des lambeaux de terrains stratifiés, dont les plus importants sont constitués par des grès rouges et bruns. Les grès rouges affleurent dans les parties élevées de la région et sont particulièrement développés à Villamassargia. Les grès bruns se montrent au niveau du Sixerri dans la direction de San Nicola.

Ces grès sont tous deux composés de très petits grains anguleux de quartz, cimentés par une pâte très fine et légèrement ferrugineuse. Il ne m'a pas été possible d'y découvrir le moindre débris d'autre cristal.

D'après M. La Marmora ces grès seraient éocènes ; ils ont été

percés par des roches volcaniques à Villamassargia. Malheureusement, dans la région de Siliqua ces formations sédimentaires se présentent par lambeaux isolés et n'offrent aucun repère stratigraphique pour la détermination de l'âge des éruptions. Les roches volcaniques de la région ont été considérées par M. le général La Marmora comme éocènes (1), par M. de Stefani comme quaternaires (2) et enfin par M. Lovisato comme miocènes (3).

Dans la petite carte topographique ci-jointe sont représentés les principaux soulèvements que j'ai étudiés.

Ils ont été relevés à l'aide de la boussole, sur l'ancienne carte de M. La Marmora.

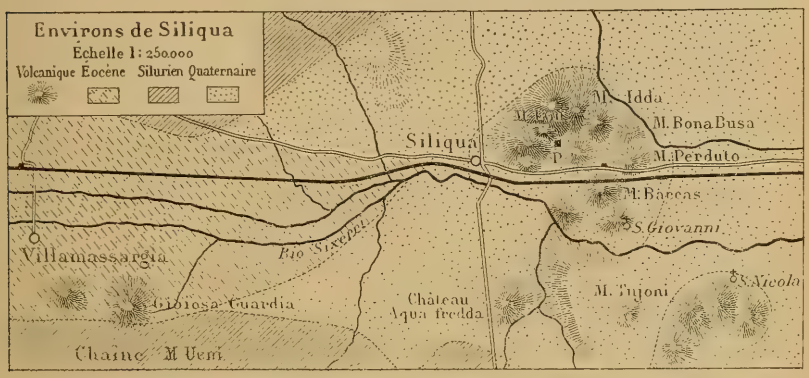


Fig. 1.

Je décrirai d'abord la roche environnant le village de Siliqua, j'aborderai ensuite l'étude des roches qui forment Monti Uau, Monte Perduto, Idda, Monte Baccas, etc. Je parlerai dans un chapitre séparé, à cause de leur importance spéciale, des dykes de Monte Tuxione et d'Acqua Fredda. Enfin, je décrirai quelques types de roches de Villamassargia qui sont en étroite relation pétrographique avec ceux de Siliqua. Je terminerai par quelques hypothèses sur la succession des éruptions qui ont eu lieu dans la région.

(1) Voyage en Sardaigne, IIIe partie, t. I.

(2) Cenni preliminari sui terrenice nozoici Sardi. *R. Acc Lincei*, vol. VII, 1891.

(3) *Rendiconti R. Acc. Lincei*, vol. IV. 1893, p 115.

Chapitre I. — Roches au nord du Sixerri.

Dacite de Siliqua. — Cette roche, de couleur claire, est à grands éléments. A l'œil nu, on y découvre des feldspaths, quelquefois décomposés, kaolinisés, des lamelles de mica noir et d'abondants cristaux d'hornblende. Une observation attentive y révèle aussi de nombreux quartz bipyramidés.

Les cristaux de feldspath ont, comme les lamelles de mica, de quatre à cinq millimètres de longueur ; l'hornblende atteint souvent de plus grandes dimensions. Le quartz est toujours en éléments petits qui ne dépassent pas les deux millimètres. Cette roche est une *Jalodacite*. La cristallisation pendant la période effusive a été, sans doute, fort limitée. En effet, on voit dans le magma de rares microlites de sanidine au milieu d'abondantes rosettes quartzeuses.

Parmi les cristaux de profondeur se font remarquer le labrador, la hornblende et le mica noir.

Le labrador est parfaitement déterminable par les grands angles d'extinction des lamelles hémitropes et par le signe positif de sa bissectrice aiguë. Les macles de l'albite y sont très nettes, de largeur variable, et interrompues ; leurs traces sont visibles même en lumière naturelle. Les cristaux sont presque toujours cassés.

On remarque, parmi ces cristaux, des plages finement zonées mais l'angle d'extinction des zones ne varie pas avec continuité du centre à la périphérie : on observe, en effet, des zones éloignées entre elles qui s'éteignent sous le même angle, tandis que les zones intermédiaires s'éteignent sous des angles différents. Cependant, on peut en général affirmer que les zones extérieures sont plus acides que les zones centrales.

Il faut encore observer que souvent les feldspaths sont presque complètement décomposés dans leur partie interne.

La *hornblende* se présente en petits fragments à contours irréguliers. Son polychroïsme est énergique et vert pâle suivant n_p, brun opaque suivant n_g.

Les extinctions, rapportées au clivage dans la zone *mm* (110) ($1\bar{1}0$), ne dépassent pas 3 à 4°. La hornblende montre quelquefois une mince couronne opaque sur le contour.

Le *mica noir* est toujours en lamelles, ou en plages, déchiquetées et souvent plissées. Le polychroïsme est

suivant n_p, jaune d'or,
suivant n_g, brun opaque.

Les inclusions sont abondantes et formées par du feldspath à extinctions roulantes.

On rencontre fréquemment dans la roche de jolis cristaux d'*apatite* dont les cassures sont remplies par de la matière brunâtre et polychroïque.

Enfin le *quartz bipyramidé* montre des sections parfaitement limpides et à contours arrondis. Les bords sont sans corrosions et quelquefois auréolés par du quartz spongieux.

Roches de la partie septentrionale. — Si l'on quitte Siliqua pour aller à Monte Perduto, on est frappé de la grande variété de roches qu'on rencontre sur le chemin. On peut bien dire que chacun des nombreux mamelons qui surgissent dans la région est formé par une roche spéciale.

Cependant toutes ces roches ne sont que des variétés des trois types, dont nous décrirons brièvement les caractères.

Premier type. — Ce type, qui est très commun dans la région, comprend surtout des roches de couleur verdâtre, d'apparence massive, qui ne montrent à l'œil nu que des feldspaths.

Examinées au microscope, ces roches présentent, en général, trois poussées feldspathiques.

1° De grands cristaux, dépourvus de contour géométrique, maclés irrégulièrement et souvent partiellement décomposés en épidote et en calcite. Ces cristaux sont divisés par de nombreuses cassures, remplies de matières biréfringentes, qui ressortent vivement lorsque la plage principale est éteinte.

La structure zonaire, dans ces feldspaths, est fréquente et les parties centrales sont toujours les plus basiques. Les angles d'extinction, en général, sont grands, même supérieurs à 15°, et les cristaux quelquefois montrent près de l'extinction des facules irrégulières.

2° De grands cristaux à macles tricliniques bien nettes et à contours géométriques parfaits. Ils montrent les faces p (001), g^1 (010), m (110).

La macle de l'albite est fréquente, les lamelles hémitropes sont régulières, variables en longueur, souvent interrompues suivant leur longueur. Les angles d'extinction, dans la zone perpendiculaire à g^1 (010), sont fort variables et atteignent quelquefois 30°.

Je me suis assuré, en examinant les cristaux isolés de la roche par les méthodes indiquées par M. Fouqué dans son récent mémoire sur les feldspaths, de la présence du *labrador* et des *bytow-*

nites. On peut écarter l'hypothèse de l'existence de l'anorthite, car les sections de feldspaths à grandes extinctions ne sont pas attaquables par l'acide chlorhydrique bouillant.

3° Pâte microlitique. Le magma, dans les roches de ce type, est vitreux et le plus souvent rempli de petits grains polarisants qui, à l'aide d'un fort grossissement, peuvent se résoudre en rosettes polarisantes et en microlites feldspathiques.

Ces derniers, quelquefois, ont une section rectangulaire et s'éteignent en long, mais le plus souvent ils se montrent allongés dans la zone pg^1 (001) (010) et finement maclés. Les extinctions, rapportées à l'allongement des microlites, sont petites.

Après le feldspath, l'élément le plus abondant dans ces roches est la *hornblende* qui, cependant, n'est pas toujours visible à cause des décompositions qu'elle a subies.

Lorsqu'elle est fraîche, elle montre un polychroïsme énergique :

Vert herbe, suivant n_g.
Vert jaunâtre, suivant n_p.

Les contours des sections sont rarement bien visibles, mais le plus souvent ils sont bordés par une couronne opaque. La macle suivant h^1 (100) est fréquente ; elle est souvent répétée.

Les cristaux de hornblende sont presque toujours décomposés. Ils ont produit de la calcite, de l'épidote, des chlorites et du fer oxydulé.

Dans les plages de hornblende se montrent des inclusions d'apatite et de feldspath à grands angles d'extinction.

On constate enfin, en examinant en lumière polarisée les sections minces de ces roches, qu'il existe des plages, divisées par de nombreux filonnets de matières ferrugineuses et complètement transformées en un agrégat de brillants sphérolites talqueux.

Dans ces plages sont enclavés des zircons et du feldspath partiellement transformé en calcite.

Enfin, parmi les éléments accessoires, on peut remarquer la fréquence de gros débris d'*apatite.*

Second type. — Les roches qui appartiennent à ce deuxième type sont assez rares ; cependant on en rencontre de beaux spécimens aux environs de la poudrière qui se trouve dans la région.

Ces roches sont parfaitement conservées. Leur couleur est, en général, grise, leur aspect vitreux et, à l'œil nu, elles montrent bien visibles des feldspaths et de nombreux cristaux de hornblende.

Examinées en lames minces, ces roches présentent un magma, formé de grains polarisants excessivement fins, et semés de micro-

lites zonés, à grandes extinctions. Le magma est riche en fer oxydulé.

Les grands cristaux sont exclusivement du labrador et de la hornblende. Le mica noir est un élément accidentel.

Le *labrador* se montre généralement en cristaux de dimensions notables. Il est maclé suivant la loi de l'albite, et se montre régulièrement zoné. Les zones centrales sont les plus basiques. Les lamelles hémitropes sont nettes et interrompues, et les extinctions dépassent 15°. Quelques sections montrent un produit de décomposition dans leur partie centrale, accusé par des troubles visibles même en lumière naturelle.

La *hornblende* est abondante, quelquefois elle montre des contours géométriques avec les faces m (110), g^1 (010), p (001), $b^{1/2}$ (111).

Je n'ai pas remarqué la présence de la face h^1 (100) qui, d'après M. Rosenbusch, serait fréquente dans les hornblendes vertes des porphyrites.

La hornblende des roches que nous décrivons est dépourvue de couronne opaque. Son polychroïsme est énergique :

vert, suivant n_g,
jaune d'or, » n_p,
jaune verdâtre, » n_m.

Les extinctions, dans la zone m (110) m ($1\bar{1}0$) rapportées au clivage, ne dépassent pas 8°. Les couleurs de polarisation sont vives. La macle suivant h^1 (100) est fréquente.

Le mica noir est très rare dans toutes les roches appartenant à ce type et même quand il se montre il doit être considéré comme un élément accessoire. Il est toujours en fragments déchiquetés, souvent plissés et altérés : son polychroïsme est faible, ses extinctions roulantes. Il contraste singulièrement, par ses caractères, avec la fraîcheur de la hornblende.

L'*apatite*, en cristaux de grande taille, est abondante.

Troisième type. — Ce type est bien caractérisé par la présence du pyroxène, mais ses représentants, à l'œil nu, ne peuvent guère être distingués des roches précédemment décrites.

Les spécimens que j'ai recueillis ne sont pas nombreux. Ils proviennent surtout des mamelons qui se trouvent au nord de Monte Uau. Dans ce type, comme dans les précédents, les cristaux qui dominent sont les feldspaths, mais il est difficile d'en déterminer l'espèce. La majeure partie de ces cristaux sont dépourvus de macles tricliniques, ils montrent quelquefois la macle de Carlsbad. Les extinctions se font presque rigoureusement suivant l'allonge-

ment du cristal. D'autres sections montrent la macle de l'albite et les lamelles hémitropes s'éteignent sous des angles variables de 0 à 20°.

Il faut pourtant admettre la présence, dans ces roches, de plusieurs feldspaths avec prédominance du type acide. Cette hypothèse, d'ailleurs, n'a rien d'étrange, d'après les études récentes de M. Fouqué.

Tous ces feldspaths sont toujours fort décomposés et à l'extinction ils se montrent imprégnés de calcite, qui empêche les observations en lumière convergente. Dans quelques feldspaths sont à signaler des inclusions de hornblende.

La *hornblende*, dans le type de roches que nous décrivons, offre les mêmes caractères que dans les types précédents. Les sections possèdent des contours dépourvus de couronne opaque. Le polychroïsme est toujours jaune et vert. En lumière polarisée les sections se parent de teintes vives. Le clivage est très fin. Les inclusions, assez nombreuses, sont de fer oxydulé et d'apatite. — On observe un remplissage de calcite dans quelques sections de hornblende, divisées suivant le clivage.

Le *pyroxène*, de l'espèce *malacolite*, est abondant dans ces roches, et il se présente en fragments irréguliers de beaucoup plus petits que les cristaux de hornblende. Il est limpide, quoique contourné par de la matière jaunâtre. Les sections de pyroxène sont fortement biréfringentes et s'éteignent sous des angles d'environ 45° d'allongement et sont quelquefois chloritisées dans leur partie centrale.

Parmi les éléments de profondeur, dans les roches que nous décrivons, on peut donner comme probable l'existence du *mica noir*. On observe, en effet, des sections à peu près rectangulaires, plissées et avec des clivages réguliers, transformées en épidote et en chlorite. On y observe aussi des phénomènes de saussuritisation.

Le *magma*, surtout dans les roches recueillies au nord de Monte Uau, est intéressant parce qu'il présente nettement une seconde poussée de feldspaths acides et d'augite.

Les microlites sont de l'*oligoclase* et de l'*orthose*. Les premiers sont allongés suivant p (001), ceux d'orthose sont aplatis suivant g^1 (010).

Les microlites d'augite n'ont pas de contours réguliers. Ils ont des dimensions plus notables que les microlites de feldspath.

Dans le magma, il n'y a aucun indice de structure fluidale.

Dans toutes les roches de ce type, on ne rencontre que rarement de l'apatite. La magnétite y est toujours abondante.

En nous résumant, nous dirons que, aux trois types pétrogra-

phiques décrits, on peut rattacher toutes les roches des collines qui se trouvent au nord de la route nationale de Siliqua-Uta.

Toutes ces roches peuvent être représentées par la formule générale :

$$\left(\overline{PAt}\,\underline{\pm a_1}\right)$$

Ce sont des *porphyrites trachytiques*.

On peut considérer les roches les plus acides comme d'âge plus récent. Cette observation est basée sur le mode de gisement des différentes roches dans la région.

Roches de la partie centrale du massif.— Si on laisse les collines de Tunisi, Bona-Busa, Monte Perduto, pour se rendre au chemin de fer, on traverse un petit plateau dont le sol est composé par de la porphyrite presque dépourvue d'éléments cristallisés.

Sa couleur est rougeâtre, mais souvent elle devient jaune par la présence de nombreuses traînées d'épidote.

En lames minces, cette roche se présente presque complètement décomposée. — Les rares plages de feldspath, qui ont conservé leur action sur la lumière polarisée, se montrent traversées d'innombrables cassures. Dans ces plages, la macle de l'albite est fréquente, et les lamelles hémitropes ont des extinctions symétriques qui dépassent 20°. La structure zonaire y est très nette.

Les feldspaths, en se décomposant, ont donné naissance à du kaolin et à de l'épidote.

Ce dernier minéral, qu'on rencontre dans toutes les roches anciennes de la région, se montre, dans celle que nous décrivons, en grande abondance.

Il se présente toujours en agrégats hypidiomorphes et les différentes plages ont des orientations variables. Son polychroïsme est énergique :

jaune très pâle, suivant n_g
jaune citron, » n_p

Ce minéral montre quelquefois, dans les sections transversales, les faces p (001), h^1 (100), a^1 ($\bar{1}01$). Le clivage est très peu visible et interrompu, les plages sont traversées par de nombreuses cassures. L'extinction se fait parallèlement à ph^1 (001) (100). Les couleurs de polarisation sont variables dans une même plage et en relation avec le polychroïsme. Les plages les plus polychroïques sont aussi les plus biréfringentes.

La macle, suivant h^1 (100), est fréquente.

Dans les agrégats d'épidote, on rencontre souvent du fer oxydulé et de petits grains de quartz.

De la *hornblende résorbée* se montre fréquemment dans la porphyrite qui nous occupe.

Il est enfin intéressant de signaler, parmi les éléments du premier temps, la présence d'apatite polychroïque en rougeâtre.

L'étude du magma de cette porphyrite est fort difficile à cause des altérations profondes qu'il a subies. On peut cependant parfois observer un verre excessivement riche en rosettes quartzeuses, faiblement biréfringentes. Ces rosettes englobent du verre et quelques rares microlites trapus d'orthose (?).

La roche que nous venons de décrire constitue la base de toutes les formations que nous avons jusqu'à présent étudiées. Elle représente, au point de vue pétrographique, le type le plus ancien de la région.

Monte Baccas et ses dépendances. - Avant d'aborder le M^te^ Baccas, on observe dans la tranchée du chemin de fer la même porphyrite traversée par une roche, excessivement dure et massive, considérée autrefois comme une espèce de syénite.

Cette roche, qui constitue le M^te^ Baccas, est en réalité un *porphyre* passant aux *microgranulites*. Examinée au microscope, elle se montre holocristalline. On y voit surtout de grands cristaux d'oligoclase accompagnés de feldspaths plus basiques, à grands angles d'extinction. Quelquefois les contours des cristaux sont géométriques, mais le plus souvent ils sont irréguliers et corrodés. Les feldspaths sont en partie décomposés, ils montrent des extinctions compliquées à cause de l'irrégularité des macles. On rencontre aussi des feldspaths zonés, mais la différence dans l'angle d'extinction des zones est très peu sensible.

La roche présentait primitivement de grandes plages allotriomorphes de hornblende dont les fragments, encore visibles, permettent de déterminer le polychroïsme :

n_g, vert.
n_p, vert jaune pâle.

Les angles d'extinction dans la zone *m m* (110), ($1\bar{1}0$), rapportés au clivage, sont très petits. Les produits de décomposition qui se sont formés aux dépens de cette hornblende, sont du fer oxydulé, du fer oligiste, de l'épidote, de la chlorite et du mica noir (?).

Le magma est microcristallin, hypidiomorphe ; il se compose de petits éléments de quartz allotriomorphe parfaitement limpides.

Comme on vient de le voir, d'après la description donnée de la roche du Monte Baccas, on a dans cette localité un type absolument différent de tous ceux que nous avons jusqu'à présent étudiés. Cependant elle est environnée par des porphyrites qui rappellent sa structure. Une de ces dernières roches apparaît dans la même tranchée, à 12 mètres du porphyre que nous venons de décrire.

Cette *porphyrite* est massive et lourde ; elle se montre tachetée de pyrite. Examinée au microscope, cette roche montre du quartz bypiramidé en éléments arrondis et auréolés.

Le feldspath, qui est l'élément le plus important, est maclé suivant la loi de l'albite. Il montre de nombreuses lamelles, fines et régulières, qui s'éteignent sous des angles très petits. Ce feldspath, qui est probablement de l'oligoclase, est accompagné par de rares sections d'un feldspath plus basique, à grands angles d'extinction.

On observe dans cette roche de larges plages de hornblende complètement transformées en épidote, chlorite, mica blanc et en matières brunâtres.

La pyrite est parsemée, dans le magma, en petits éléments qui, souvent, forment des agrégats bien visibles à l'œil nu. On la trouve aussi à l'état d'inclusions dans les grandes sections de hornblende qui ont été décomposées.

La pyrite présente les faces du cube et probablement les faces $\frac{1}{2} b^2$ (012). A la lumière réfléchie elle donne des reflets blancs, légèrement jaunâtres dans la partie centrale des cristaux. Les bords des sections, en général, se montrent décomposés et transformés en matière rouge. Une large auréole jaune s'est développée dans le magma au contact des sections de pyrite.

Avant de terminer l'étude de la partie septentrionale du massif de Siliqua, je décrirai la roche qui compose la dernière colline au sud de M^te^ Baccas sur laquelle est bâtie l'ancienne église de San Giovanni.

Cette roche est compacte et de couleur gris verdâtre. En lames minces, elle montre de nombreux moulages d'anciens cristaux résorbés.

Ces cristaux, qui étaient probablement de la hornblende et du mica noir, ont donné naissance, par leur décomposition, à de la calcite et à des chlorites, parfois de l'épidote.

Ces derniers minéraux se montrent en larges plages.

Des inclusions brunâtres, de forme ovoïde, sont régulièrement disposées suivant l'allongement; des sections en voie de décomposition montrent aussi des traces de saussuritisation.

L'élément de profondeur qui est resté presque intact est le feldspath. Il montre de nombreuses macles tricliniques, interrompues, espacées, avec des extinctions dans la zone pg^1 (001) (010) qui atteignent 30°. Près de l'extinction ces plages montrent quelquefois des facules et des macles irrégulières. Ces plages n'ont pas de contours géométriques.

Souvent le feldspath se montre en cristaux zonés et il est curieux d'observer que la partie la plus acide est intermédiaire entre le centre et la périphérie. Les feldspaths décomposés sont rares, ils ont donné lieu à de la matière amorphe.

Le feldspath se trouve en inclusions dans les moules précédemment décrits.

Le magma est riche en rosettes de quartz et en matière vitreuse. Il montre aussi de rares microlites.

Ces derniers, exclusivement feldspatiques, sont de deux sortes :

1° Des microlites raccourcis, à formes trapues, à extinctions variables du centre à la périphérie, qui montrent exclusivement la macle de Carlsbad, et qu'on peut considérer comme appartenant à un type acide.

2° Des microlites, allongés suivant pg^1 (001) (010), à macles tricliniques et à grands angles d'extinction, qui appartiennent à un type basique.

Enfin, dans une des préparations de cette roche, j'ai observé, à l'état d'enclave, de nombreux grains de quartz accolés les uns aux autres sans l'intervention d'un ciment quelconque. Ces grains se montrent en plages allongées, à contours corrodés, avec une légère auréole au contact du magma de la roche englobante.

Nous pouvons résumer la description qui précède des roches de la partie septentrionale du massif volcanique, dans les quatre types suivants :

1° *Des porphyrites anciennes.* — Ces roches, qui constituent la base des formations volcaniques dans la région, et que nous avons étudiées aux abords du Monte Arcetto et dans la plaine, sont remarquables par l'abondance de l'épidote qu'on y rencontre.

2° *Des porphyres.* — Ces roches, remarquables par leur cristallinité, constituent M^te^ Baccas et ses dépendances. Elles ont traversé les porphyrites anciennes.

3° *Des porphyrites trachytiques* qui constituent la masse principale des soulèvements de la région. Ces roches sont caractérisées par un magma vitreux et par l'abondance de la hornblende intacte.

4° *Des Jalodacites* qui sont rares, car elles se présentent seulement près du village de Siliqua.

Nous verrons à la fin de cette note l'ordre des éruptions de ces roches dans la région.

Tufs et cinérites. — Il est à remarquer que sur les pentes septentrionales du massif de Siliqua et précisément aux abords de Monte Idda on rencontre des cinérites et des tufs.

Ces roches sont tantôt compactes, tantôt tendres et friables. Elles sont complètement décomposées et transformées en produits micacés et en calcite.

On y observe cependant encore des petites sections de feldspaths sans macles, des rosettes quartzeuses et des grands cristaux de quartz bipyramidé. Ces derniers présentent dans les sections minces des contours fort arrondis et profondément corrodés.

Chapitre II. — Roches de la partie méridionale du massif

Dykes d'Acqua Fredda et roches de Monte Tujoni. — A environ quatre kilomètres au sud du village de Siliqua, s'élève le dyke d'Acqua Fredda, dont les pentes abruptes forment une ligne qui contraste avec la régularité des montagnes schisteuses de la région.

Ce pointement volcanique est isolé au milieu de la plaine. Son sommet atteint 274 mètres de hauteur.

Les pentes sont revêtues, au printemps, de gazons, tandis que le faîte montre des rochers toujours nus, surmontés des restes d'un ancien château.

La roche qui forme ce dyke n'est pas arrivée au jour. Elle s'est solidifiée en profondeur.

En effet, la grande densité de la roche, la conservation parfaite de ses éléments de profondeur, le grand développement des microlites, le manque absolu de structure fluidale sont autant de preuves d'une cristallisation longue et tranquille du magma, à l'abri de toute cause de perturbation extérieure.

Des sédiments épais remplissaient autrefois la vallée ancienne qui a été creusée dans les schistes. Il est vraisemblable qu'au milieu de ces couches la roche d'Acqua Fredda a été injectée. Des érosions puissantes ont ensuite creusé la vallée, et la roche volcanique a été dénudée.

Je ne crois pas que le dyke de Siliqua représente le remplissage d'une ancienne cheminée volcanique dont les coulées et leur cor-

tège de projections auraient été érodés. Il serait, en effet, difficile d'expliquer comment une telle masse aurait été détruite et transportée, sans laisser aucune trace dans les formations sédimentaires des environs.

Enfin, il faut le dire tout de suite, l'examen optique de la roche d'Acqua Fredda n'y a pas révélé de produits de fumerolles.

La roche qui constitue le dyke d'Acqua Fredda s'est donc solidifiée dans une crevasse qui s'était ouverte dans les schistes de la région. La partie du dyke qui nous est visible aujourd'hui, est celle qui a percé les couches sédimentaires et que les érosions tertiaires ont mise au jour.

Cette hypothèse est d'ailleurs confirmée par l'observation suivante : Si l'on tire une ligne imaginaire qui coupe le dyke d'Acqua Fredda et le Monte Tujone, et si l'on prolonge cette ligne à l'est et à l'ouest, elle rencontre la pointe de Gioiosa Guardia et les buttes de S. Nicola. Suivant cette ligne, soit le Monte Tujone, soit le dyke d'Acqua Fredda présentent leur largeur maxima. Il est donc bien probable que cette ligne soit la direction d'une grande fracture.

Je me hâte cependant d'affirmer, dès maintenant, l'absolue différence pétrographique qui existe entre les trois roches de Monte Tujone, Acqua Fredda et Gioiosa Guardia. Ce fait, s'il ne plaide pas en faveur du synchronisme des trois éruptions, n'est pas en contradiction avec l'hypothèse suivante : qu'à différentes reprises des éruptions se sont fait jour en des points différents d'une même ligne de moindre résistance.

Dyke d'Acqua Fredda. — La roche qui forme le dyke d'Acqua Fredda est de couleur grisâtre et possède une structure franchement porphyroïde.

Les feldspaths, dont les dimensions, fort variables, dépassent quelquefois un centimètre, sont partiellement décomposés, mais ils ont conservé parfaitement leurs formes et ressortent vivement par leur blancheur, sur le fond sombre de la roche.

La hornblende se présente surtout en fines aiguilles d'une belle couleur noire luisante. Accidentellement on la rencontre aussi en jolis cristaux de six à dix millimètres de longueur.

La roche est très dure. Elle est excessivement compacte et sans la moindre trace de structure bulleuse.

Bien que l'homogénéité du dyke soit assez grande, elle n'est pas parfaite. En effet, sur le côté N.-E., on remarque dans la roche un

développement exceptionnel des cristaux de feldspath. Ceux-ci mesurent souvent quinze ou vingt millimètres de grandeur.

Ces feldspaths sont teintés en jaune ou en gris, et ils sont parfaitement conservés. Grâce à leur dureté, ils ont mieux résisté aux agents atmosphériques que la roche englobante et ils font saillie à sa surface. Il m'a été aisé d'en détacher de nombreux exemplaires. Ces cristaux sont le plus souvent allongés, suivant $p\,g^1$ (001) (010) et ils montrent bien nettes les faces m (110), a ½ ($\bar{2}01$), p (001), g^1 (010), b ½ ($\bar{1}11$). L'angle de p (001) sur g^1 (010), mesuré avec le goniomètre d'application, est d'environ 90°.

J'ai fait tailler quelques-uns de ces cristaux perpendiculairement à l'arête $p\,g^1$ (001) (010). Les sections ainsi obtenues montrent en lumière polarisée le feldspath profondément altéré. Les clivages suivant p (001) et g^1 (010), sont bien marqués et remplis par de la matière polarisante. Il est impossible, à cause des décompositions de la roche, de mesurer les angles d'extinction, ou de faire la moindre observation en lumière convergente. Dans quelques rares petites plages de la préparation, qui se montrent intactes, j'ai pu constater des extinctions irrégulières et le faible angle des axes optiques.

Avec ces cristaux allongés suivant $p\,g^1$ (001) (010), on en rencontre d'autres allongés suivant la zone $m\,m$ (110) ($\bar{1}10$). Ils montrent la macle de Carlsbad.

Ces grands cristaux sont de l'orthose. Il est intéressant de remarquer que, tandis que dans la roche normale du dyke il n'y a pas de sphérolites, ceux-ci apparaissent dans la variété de roche à grands feldspaths.

La roche normale du dyke d'Acqua Fredda, observée en lames minces, montre la composition suivante :

I. Zircon, apatite, hornblende, mica noir, orthose, anorthose, andésite, labrador, fer oxydulé.

II. Sanidine, oligoclase (labrador).

Cette roche peut donc être considérée comme un *trachyte-andésite*.

Parmi les éléments accessoires, l'apatite est remarquable par la grandeur de ses cristaux. Le mica noir est dans cette roche un élément tout à fait accessoire, il se montre en petites plages. Les sections de hornblende sont, au contraire, développées et nombreuses mais l'élément le plus abondant est le feldspath.

Je décrirai brièvement les caractères principaux du premier temps.

Feldspaths. — On peut vérifier que dans la roche il y a eu trois poussées de feldspaths bien distincts par leurs contours.

On observe d'abord des sections irrégulières, riches en macles tricliniques compliquées. Ces cristaux, d'ailleurs très peu nombreux, montrent une frappante analogie avec les grands feldspaths que nous avons déjà rencontrés dans les porphyrites décrites plus haut.

Ces cristaux sont zonés. Ils se montrent, dans leur partie centrale, décomposés et remplis de produits kaolinisés, micacés, et par des formations sphérolitiques, peu réfringentes, à croix noire et négatives.

Ces feldspaths sont toujours en fragments brisés, souvent accolés les uns aux autres. Ils renferment des inclusions de mica noir.

Une deuxième poussée de feldspaths montre des cristaux à contours très réguliers. Les cristaux d'orthose sont nombreux et bien conservés. Ils montrent souvent la macle de Carlsbad, et par la netteté de leurs contours on pourrait les considérer comme de gros microlites.

L'oligoclase, dans la roche normale du dyke, n'est pas abondant. L'anorthose y est tout à fait exceptionnelle.

Dans cette deuxième poussée feldspathique l'élément le plus abondant est le labrador. Il se montre toujours en cristaux nets avec des contours parfaitement conservés. Les cristaux montrent les faces g^1 (010), m (100), p (001). La macle de Carlsbad y est fréquente et associée à la macle de l'albite. Les lamelles sont régulières, nettes et interrompues. Les extinctions, dans la zone perpendiculaire à g^1 (010), dépassent 20°.

Les cristaux de labrador sont fréquemment zonés. Les zones sont très fines et régulières. Souvent dans les sections perpendiculaires à pg^1 (001) (010), on peut observer une alternance de zones acides et basiques. La différence de composition entre les différentes zones est petite. En général, on remarque que la partie centrale des plages est la plus basique. Le labrador présente la macle de Baveno et la macle de Manebach : cette dernière est souvent associée avec la macle de Carlsbad.

Enfin, dans la roche que nous étudions, il y a eu une troisième poussée de feldspath, à l'état microlitique. Les microlites sont très petits et nombreux. Les plus abondants sont trapus, à section presque carrée et s'éteignent en long. Souvent ils se montrent zonés et la partie interne s'éteint sous des angles variables de 0° à 15°.

A côté de ces microlites acides, il y en a d'oligoclase qui sont allongés suivant $p\,g^1$ (001) (010), en nombreuses lamelles, très fines, à petites extinctions. Exceptionnellement, on rencontre aussi des microlites de labrador.

Hornblende. — La variété de hornblende qu'on rencontre dans la roche du dyke d'Acqua Fredda est de beaucoup différente de celles que nous avons étudiées jusqu'à présent dans cette note.

Elle possède un polychroïsme énergique suivant :

brun, suivant n_g
jaune, » n_p
jaune-vert, » n_m

Les grands cristaux montrent à l'œil nu les faces bien visibles g^1 (010), m ($\bar{1}10$), p (001), $b\frac{1}{2}$ ($11\bar{1}$), mais dans les sections minces, la hornblende se présente sous la forme de bâtonnets ou de fuseaux, bordés par une large couronne opaque de magnétite et de chlorite.

Les plages de hornblende montrent toujours les clivages bien marqués. Les angles d'extinction, rapportés à la direction d'allongement, mesurent environ 15°. Les couleurs de polarisation sont vives. La macle h^1 (100) est fréquente.

Il est facile d'observer des sections transversales de hornblende zonée. Les différentes zones sont bordées par de minces dépôts de matières opaques, parfaitement semblables à celles qui forment la couronne extérieure des cristaux. On peut admettre par ce fait que la hornblende a été soumise à une alternance de croissances et de résorptions.

La partie centrale des plages est, en général, la plus sombre, mais il arrive fréquemment de constater une suite régulière de zones claires et foncées s'éteignant en lumière polarisée sous le même angle.

De rares sections transversales montrent deux noyaux sombres qui se sont accouplés et, se nourrissant ensemble, ont formé un seul cristal.

Dans les plages de hornblende, on observe de rares inclusions d'apatite et de zircon.

Mica noir. — Le mica noir est très peu abondant dans la roche que nous décrivons. Il se présente toujours en forme de petites lamelles, clairsemées dans la roche et sans aucune bordure extérieure. Son polychroïsme est :

brun, suivant n_g
jaune, » n_p

Quelques lamelles témoignent d'actions dynamiques, car elles sont courbées et présentent des extinctions roulantes.

Le mica, quelquefois, commence à se décomposer et il montre alors, dans le clivage, de fins cristallites de fer oxydulé, groupés en étoiles.

Les inclusions, très rares, sont les mêmes que dans la hornblende.

Magma. — Le magma est riche en petites plages peu polarisantes. à contours et à extinctions vagues. On y voit de petites lamelles de biotite et de nombreux microlites d'orthose et d'oligoclase dont nous avons déjà donné les caractères.

Bien que les microlites soient relativement nombreux, le magma ne montre aucune trace de structure fluidale.

La composition chimique de la roche d'Acqua Fredda est la suivante :

Silice	60.2
Chaux	6.1
Fer	11.9
Alumine	10.0
Magnésie	2.9
Potasse	3.1
Soude	6.0
Total	100.2

Nous avons déjà dit que la roche du dyke d'Acqua fredda présente, dans la partie N.-E. du massif, des cristaux d'orthose exceptionnellement développés.

Cette variété de roche, observée en lames minces, montre la même structure et les mêmes caractères que la roche précédemment décrite. Cependant on y observe, parmi les éléments du premier temps, la présence de plages excessivement persillées d'un feldspath triclinique.

Ces plages en lumière polarisée se parent de teintes inférieures à celles des autres cristaux de feldspath.

Dans le magma on rencontre des sphérolites. Ils forment toujours des secteurs qui possèdent un contour polygonal et ne montrent jamais, au contact avec le magma, de pointes intrusives.

Les fibres de ces sphérolites sont très réfringentes : Observées en lumière polarisée, elles montrent un allongement négatif et une biréfringence un peu supérieure à celle des feldspaths.

Je n'ai pas rencontré dans le magma de sphérolites cassés, ce qui aurait laissé supposer que leur existence est antérieure à la consolidation de la roche. Je crois qu'on peut admettre que les sphérolites décrits sont d'origine secondaire.

Enclave enallogène rencontrée dans le trachyte-andésite d'Acqua Fredda. — J'ai eu la bonne fortune, en parcourant le côté N.-E. du dyke d'Acqua Fredda, d'y rencontrer une enclave. Elle

est constituée par une roche noire, à grain excessivement fin, qui forme une sorte d'amande d'environ 25 centimètres de longueur.

Cette enclave ne montre à l'œil nu aucun cristal, mais taillée en lames minces elle présente d'abondants cristaux de feldspaths et de mica, moulés par des plages de matière brunâtre, riche en magnétite et en produits chloriteux. Ces plages sont évidemment les restes d'anciens cristaux résorbés.

Les feldspaths se présentent en plages irrégulières, souvent allongées dans la zone $p\ g^1$ (001) (010) et maclées suivant la loi de l'albite. La macle de Carlsbad est rare, elle se montre quelquefois accompagnée par des macles tricliniques.

Il est fréquent, au contraire, de remarquer, surtout dans les plages qui ne montrent aucun allongement, la combinaison de la macle de l'albite avec celle de la péricline. Ces plages pourraient bien être formées par de l'*anorthose*.

Dans les sections maclées, suivant la loi de l'albite, les extinctions, dans la zone perpendiculaire à g^1 (010), sont de 15 ou de 20°.

Les grands cristaux sont souvent zonés et les angles d'extinctions sont croissant de la périphérie au centre. De rares plages montrent près de l'extinction des facules irrégulières.

Les inclusions sont très rares et constituées par des zircons et des bâtonnets d'apatite excessivement minces.

Le *mica noir*, dans l'enclave que nous décrivons, n'est guère abondant ; il se présente sous forme de plages irrégulières, à contours déchiquetés. Son polychroïsme est :

jaune clair, suivant n_g
brun foncé, » n_p

Bien que la partie interne des plages soit parfaitement conservée on rencontre sur les bords des matières ferrugineuses.

Les inclusions sont formées par de la magnétite et des zircons. On observe souvent, englobés dans les plages de mica, des cristaux de feldspaths tricliniques à grands angles d'extinction.

Les cristaux de feldspath et de mica sont moulés par des plages de matière brunâtre, riches en magnétite et faiblement polarisantes. En examinant, avec beaucoup de soin, ces plages, on arrive à y découvrir, dans leurs parties centrales, de petits grains polarisantes, que l'on peut considérer comme des résidus intacts d'anciens cristaux résorbés. Ces grains sont microscopiques et sans contours géométriques, ce qui prouve qu'ils ne sont pas dus à des phénomènes de recristallisation. Ils sont limpides, montrent un relief assez fort et une biréfringence élevée. Il est évidemment impossible

d'en déterminer les caractères optiques en lumière convergente et par conséquent d'en déterminer avec exactitude l'espèce minéralogique. Cependant il est fort probable que les grains microscopiques en question sont formés de *hornblende*. Ce minéral aurait moulé les feldspaths et le mica.

La roche qui constitue l'enclave serait donc une *diorite* arrachée en profondeur.

Je ferai remarquer ici l'analogie qui existe entre cette enclave et des concentrations basiques que j'ai rencontrées dans quelques granites de la Sardaigne (Villanova).

Si l'on observe en lumière naturelle le contact entre l'enclave et le trachyte-andésite, on voit une ligne de séparation très nette. La roche englobante se montre, au contact avec l'enclave, teintée en jaunâtre.

Monte Tujoni. — Ce piton volcanique fait saillie au milieu de la plaine à environ 3.000 mètres à l'est du dyke d'Acqua Fredda.

La roche qui le constitue est rougeâtre, massive et d'aspect porphyroïde. Elle montre à l'œil nu de gros feldspaths, des lamelles hexagonales de mica noir, du quartz bipyramidé et enfin de la hornblende. Ce dernier minéral forme accidentellement de gros cristaux de deux et trois centimètres de grandeur.

Cette roche, examinée au microscope, se montre riche en éléments de profondeur. Sa composition est la suivante :

I. Zircon, apatite, mica noir, hornblende, augite, labrador, oligoclase, quartz, magnétite.

II. Orthose, oligoclase, augite, quartz.

Cette roche est donc une *dacite*.

Je décrirai brièvement les caractères principaux des éléments du 1er temps et du magma.

Feldspaths. — Les feldspaths présentent des contours fort irréguliers, ils se montrent zonés. Les macles suivant les lois de l'albite et de Carlsbad sont fréquentes, souvent elles sont réunies sur un même cristal ou compliquées par d'autres macles d'interprétation difficile.

Les plages de feldspath montrent le plus souvent des lamelles hémitropes interrompues et qui s'éteignent sous des angles supérieurs à 15°. On peut constater dans ces sections la présence de la bissectrice aiguë positive. Ce feldspath est donc du labrador. Il est accompagné par des plages à macles régulières et à petits angles d'extinction.

Les feldspaths sont traversés par de nombreuses cassures, rem-

plies par de la matière polarisante. Ils sont presque tous décomposés dans leur partie centrale.

Quartz. — Le quartz bipyramidé se montre toujours en gros éléments à contours arrondis, quelquefois auréolés par du quartz spongieux.

Dans les plages de quartz, il y a des inclusions de magnétite et de rares inclusions vitreuses, qui possèdent le même contour que la plage mère. Bien que ces inclusions soient de beaucoup plus petites et sans bulle, elles montrent une frappante analogie avec celles que j'ai observées dans le quartz des liparites de l'île de S. Piétro.

Hornblende. — La hornblende se montre toujours enveloppée par une large couronne de matières opaques qui ont, quelquefois, envahi tout le cristal. Elle présente un polychroïsme énergique :

jaune-vert foncé, suivant n_g
jaunâtre, » n_p

La macle suivant h^1 (001) est fréquente. Les extinctions, rapportées au clivage dans la zone $m\,m$ (110) ($\bar{1}10$), sont très petites. Les inclusions sont nombreuses, surtout celles d'apatite et de magnétite ; on rencontre rarement de petits zircons.

Mica noir. — La biotite se montre souvent en lamelles hexagonales ou en plages déchiquetées qui, quelquefois, sont plissées et montrent des extinctions roulantes.

Le polychroïsme est :

jaune d'or, suivant n_p
brun foncé, » n_g

L'angle 2V est très petit. Toutes les sections de mica sont dépourvues de couronne opaque, mais elles montrent à l'intérieur, et suivant le clivage, de nombreux cristallites, très fins, de magnétite, groupés souvent en étoiles.

Les inclusions sont de zircon, d'apatite, de fer oxydulé et de labrador.

Augite. — L'augite est dans cette roche un élément accessoire. Il est incolore et sans contours géométriques. Ses extinctions se font sous des angles d'environ 45° par rapport à l'allongement des cristaux. Les clivages se montrent fort marqués et les couleurs de polarisation sont vives. Les plages sont dépourvues d'inclusions.

Magma. — Dans le magma de la dacite de Monte Tujone, les microlites ne sont pas nombreux. Les plus développés sont de l'orthose, les plus abondants sont de l'oligoclase. Ces derniers, excessivement fins, sont allongés suivant $p\,g^1$ (001) (010).

Dans le magma sont aussi bien visibles des microlites d'augite et de quartz bipyramidé, en éléments très petits, qu'on peut considérer comme secondaires. Les microlites de quartz montrent les faces $p\,(10\bar{1}1)$ e $e\,\frac{1}{2}$ $(01\bar{1}1)$.

Si on fait exception de la présence de l'augite et du quartz microlitique, la roche que nous venons de décrire présente une grande analogie avec la dacite de Siliqua.

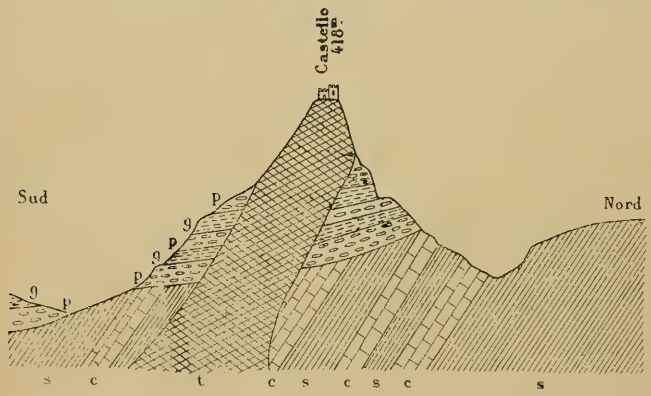
Chapitre III. — Roches de Villamassargia.

Le village de Villamassargia est bâti sur une roche volcanique à 12 kilomètres à l'ouest du village de Siliqua.

A environ un demi-kilomètre au S.-E. de Villamassargia s'élèvent deux buttes volcaniques, dont l'une est couronnée par les restes d'un ancien château.

Cette colline, qui prend du château le nom de Gioiosa Guardia, et dont le sommet atteint 418 mètres, est isolée vers le nord. Au sud elle se relie aux montagnes voisines de la chaîne Ueni.

Fig. 2. — Coupe de la colline de Gioiosa Guardia (d'après La Marmora).



s, schistes siluriens avec grauwache ; c, calcaire semi-cristallin ; p, poudingues éocènes ; g, grès éocènes ; t, trachyte.

D'après M. le général de La Marmora, cette butte est composée d'une masse de grès et de poudingues éocènes qui a été soulevée par la roche volcanique. Celle-ci se serait injectée en forme de filon oblique (voyez la fig. 2) qui a percé à la fois le terrain silurien, les grès et les poudingues, produisant des phénomènes de métamorphisme au contact.

La roche qui constitue le pointement en question est de couleur blanchâtre. Elle montre de nombreux cristaux de hornblende dont quelques-uns atteignent plusieurs centimètres de grandeur.

Cette roche, dans le pays, porte le nom de *paperi* (roche à poivre) à cause des nombreux petits cristaux noirs qu'elle renferme.

Elle est essentiellement riche en hornblende et en feldspath. Ce dernier minéral forme de grands éléments zonés qui ne montrent pas une différence sensible de composition du centre à la périphérie, car les zones apparaissent seulement près de l'extinction.

Les feldspaths sont tricliniques, à nombreuses lamelles hémitropes, longues et irrégulières. Les sections sont dépourvues de contours géométriques, elles montrent des clivages bien visibles et, surtout, elles présentent de nombreuses cassures irrégulières.

Les extinctions symétriques au plan de macle dépassent 20°, atteignant parfois 35°. Ces feldspaths ne présentent pas la bissectrice aiguë positive, et ne sont pas attaquables par l'acide chlorhydrique bouillant. Ce sont donc des *bytownites*.

La *hornblende* est en plages généralement bien conservées. Elle semble postérieure à la séparation des feldspaths. Son polychroïsme est :

vert clair, suivant n_p
vert herbe, » n_g

Les plages sont entourées d'une mince couronne de matière jaunâtre dans laquelle, en lumière naturelle, ressortent nettement, à cause de leur réfringence, de nombreux microlites bruns d'augite, qui s'éteignent sous des angles d'environ 45°. Ils sont accompagnés par de nombreux petits éléments de magnétite.

La hornblende montre des clivages peu marqués. Les extinctions rapportées à l'allongement des cristaux sont excessivement petites. Les cristaux de hornblende se montrent souvent zonés ; quelques zones présentent de nombreuses petites inclusions de magnétite.

Ce minéral est fréquemment maclé, suivant h^1 (100) donnant lieu à des lamelles multiples. Les inclusions les plus fréquentes sont de feldspath ; elles sont dépourvues de contours géométriques.

L'*augite* est, dans la roche de Gioiosa Guardia, très rare. Il se présente en petits éléments informes, limpides et fortement biréfringents. Souvent ils sont entourés de matières ferrugineuses.

Magma. — Le magma a une structure panidiomorphe. La matière vitreuse y est très peu abondante. Les microlites sont exclusivement feldspathiques à contours carrés ou rectangulaires.

La partie interne des microlites est souvent décomposée. Ils

montrent, presque toujours, une structure zonaire fortement marquée. Les microlites aplatis suivant g^1 (010) sont nombreux. Ils présentent des extinctions variables du centre à la périphérie. Les parties externes s'éteignent rigoureusement en long.

On observe, dans le magna aussi, des microlites allongés suivant pg^1 (001) (010), maclés suivant la loi de l'albite et qui montrent de petits angles d'extinction.

Le magma de la roche est riche en matières chloriteuses.

Aux alentours de la colline de Gioiosa Guardia, les formations volcaniques sont abondantes, et elles s'étendent jusqu'au village de Villamassargia et dans les gorges des Monti Ueni.

Toutes les roches de la région sont de couleur noire et elles se distinguent aisément à l'œil nu des roches de Gioiosa Guardia. Cependant cette différence tient surtout à l'absence de grands cristaux et au développement des produits chloriteux et ferrugineux. Ces roches, examinées au microscope, montrent par leur composition minéralogique une profonde analogie avec celles de Gioiosa Guardia, et elles se rattachent parfaitement aux porphyrites que nous avons rencontrées dans la partie centrale du massif de Siliqua.

Les différences que présentent entre elles les roches de la région de Villamassargia, tiennent essentiellement à des conditions différentes de refroidissement et de conservation.

Les porphyrites de Villamassargia sont pauvres en éléments du 1er temps. Elles montrent seulement des cristaux de feldspath et de hornblende, noyés dans un magma vitreux, riche en microlites d'orthose et d'oligoclase, en magnétite et en chlorite.

Les grands cristaux de feldspath sont dépourvus de contours géométriques; ils sont maclés irrégulièrement. De rares sections, présentant nettement la macle de l'albite, ont donné, dans la zone perpendiculaire à g^1 (010), des extinctions supérieures à 15°. Les feldspaths se montrent en général faiblement zonés. Ils sont limpides, mais traversés par de nombreuses cassures.

La hornblende est aussi abondante que le feldspath. Elle est toujours verte, en éléments arrondis. A la périphérie des plages elle montre une mince couronne de magnétite.

La hornblende présente dans la zone mm (110) ($1\bar{1}0$) des extinctions très petites. Les macles multiples suivant h^1 (100) sont très abondantes. Les inclusions sont formées de magnétite et de feldspath.

Dans les porphyrites de Villamassargia l'amphibole est postérieure à la séparation des feldspaths.

Dans les roches que nous décrivons, il n'est pas rare de rencontrer le feldspath et la hornblende transformés en calcite et en chlorite.

Je ferai remarquer enfin, avant de terminer la description de la porphyrite de Villamassagia, qu'on rencontre des roches analogues dans les gorges des Monti Ueni et précisément en parcourant la route qui conduit à la région de Sedda de is Galanza.

Dans ces roches on observe du quartz de première consolidation en éléments excessivement persillés et souvent auréolés. Les feldspaths possèdent des extinctions roulantes.

Dans la région Rio Su Zuaca, on voit une porphyrite qui rappelle parfaitement celles que nous avons déjà étudiées à Siliqua aux abords de la poudrière. Cette roche présente une couleur rougeâtre, bien visible aussi en lames minces, et due à la présence d'hématite.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

I. Au point de vue minéralogique, nous pouvons conclure que la région étudiée est peu intéressante. Elle nous offre, en effet, seulement des minéraux très communs.

L'espèce minéralogique dominante et qui donne un cachet particulier à toute roche de la région, est la hornblende verte. Elle se présente souvent en cristaux bien définis et qui atteignent des dimensions considérables.

La variété brune est très rare dans la région. On la rencontre dans la roche du dyke d'Acqua Fredda, où elle se présente zonée.

Les feldspaths sont très variés. Il est fort difficile, dans la plupart des cas, d'en déterminer avec exactitude l'espèce.

Les cristaux de feldspath se montrent en général riches en macles intéressantes et compliquées, qui sont quelquefois d'interprétation difficile. Les cristaux zonés sont nombreux ; en général, ils montrent les zones les plus acides dans leur partie extérieure. Dans quelques sections nous avons remarqué une alternance de zones acides et de zones basiques (1).

En général, les feldspaths des roches de la région sont basiques (labrador et bytownites). Les types acides se rencontrent à l'état microlitique. Il faut cependant citer la présence de gros cristaux d'orthose dans la roche du dyke d'Acqua Fredda.

J'ai fait remarquer, au cours de ce travail, que souvent dans une

(1) Ce même fait a été observé par M. Schwerdt dans quelques hornblende-porphyrites de Tschifù u Aishautang (Chine). Rosenbusch. Mikr. phys. II Band, p. 450.

même roche de la région on rencontre parmi les éléments de profondeur, plusieurs espèces de feldspaths.

Parmi les minéraux d'importance secondaire comme éléments constitutifs des roches de la région, on peut remarquer :

Le quartz, qui est abondant dans les dacites de Siliqua et de Monte Tujoni; on le rencontre aussi, mais comme un élément accessoire, dans quelques rares porphyrites de la région. Le mica noir et l'augite qui se montrent en abondance dans la dacite de M. Tujone. Le mica noir se présente aussi presque dans toutes les porphyrites de la région comme un élément accidentel.

Enfin, dans toute la série des porphyrites anciennes, il faut signaler la présence de l'épidote, du talc et des chlorites.

La pyrite se montre dans les porphyres de Monte Baccas.

II. Au point de vue pétrographique, les roches de la région peuvent être groupées en quatre classes bien distinctes :

1° Porphyrites et trachyte-porphyrites;
2° Porphyres ;
3° Trachyte-andésites ;
4° Dacites.

Les porphyrites sont fort développées dans la région de Siliqua et à Villamassargia. Elles sont très variées. Les éléments constitutifs sont essentiellement du feldspath calco-sodique et de la hornblende. Le mica noir est presque toujours décomposé.

Le pyroxène a été remarqué seulement dans les roches au nord de Monte Uau.

Le quartz dans les porphyrites est rare : l'apatite généralement y est abondante et en gros cristaux. Les produits de décomposition sont nombreux.

Les porphyres apparaissent aux environs de Monte Baccas où ils ont été exploités comme pierre de taille dans la construction de la route nationale. Souvent ils sont pyriteux et quelquefois ils deviennent si compacts que La Marmora les a rapprochés de la syénite.

Le trachyte-andésite forme le dyke d'Acqua Fredda. Cette roche a été considérée à tort comme un *trachyte typique*, car les microlites tricliniques sont trop abondants pour n'en pas tenir compte. Il offre un bel exemple de structure porphyroïde.

Les dacites, enfin, constituent Monte Tujone et le sol du village de Siliqua.

La dacite de Monte Tujone est assez riche en microlites, mais celle

de Siliqua appartient à la classe des Jalodacites de M. Rosenbusch. La cristallisation dans la période effusive a été fort limitée.

Dans la dacite de Monte Tujone, les éléments de profondeur sont abondants. C'est surtout dans cette dacite qu'on rencontre, avec quelque fréquence, de l'augite et du mica noir.

III. L'étude géologique de la région nous montre plusieurs éruptions successives. La différence remarquable de composition minéralogique qui existe entre les différents types de roches étudiées et surtout leur état différent de conservation, ne rendent pas admissible une suite d'éruptions qui se soient manifestées dans un bref délai.

On est donc conduit à admettre que dans la région on a eu plusieurs manifestations volcaniques qui se sont succédé à des époques géologiques différentes.

D'autre part les caractères communs des principaux éléments de profondeur, dans toutes les roches de la région, sont si frappants qu'on ne peut pas nier que toutes ces roches proviennent d'un même magma qui s'est lentement modifié.

Le type de profondeur qui correspond à toutes les roches de la région, c'est la diorite. Il est bien probable que cette roche existe dans le sous-sol de la région. Cette hypothèse serait d'ailleurs confirmée par la présence de l'enclave qui a été rencontrée dans le dyke d'Acqua Fredda.

La plus grande partie des roches qui forment la base des soulèvements au nord du Sixerri, sont des porphyrites paléovolcaniques qui passent aux trachyte-porphyrites. Il est à remarquer dans ces roches l'existence de tous les caractères décrits par M. Rosenbusch (1) pour les porphyrites des régions schisteuses et plissées.

Ces porphyrites ont été traversées par les porphyres de Monte Baccas.

Bien plus tard, et probablement à la fin de l'Eocène, ont apparu de nouvelles roches, intermédiaires entre les porphyrites et les trachytes, que nous avons appelées, au cours de cette note, trachyte-porphyrites.

Contemporainement à la sortie de ces roches dans la région de Siliqua, on a eu les éruptions de Villamassargia dont l'âge est bien déterminé.

(1) Mikroskopische physiographie, etc. II Band, 2e édition. Mineralogische Zusammensetzung der porphyrite, p. 446.

A la fin de cette période la grande vallée qui est ouverte aujourd'hui au sud de Siliqua était comblée de sédiments éocènes et miocènes, et à travers lesquels la roche qui forme le dyke d'Acqua Fredda s'était injectée sans arriver au jour et avait pu conserver pendant longtemps sa fluidalité.

Bien plus tard, la vallée actuelle a été creusée. Les dépôts tertiaires ont presque totalement disparu, et le dyke d'Acqua Fredda a été mis à nu.

La dernière manifestation volcanique de la région a été l'éruption et l'épanchement des dacites. C'est probablement à cette époque que sont tombées les cendres des pentes de Monte Idda. A présent aucun phénomène volcanique ne rappelle l'ancienne activité de la région, à l'exception d'une source thermale, appelée *Acqua Cotta*, qui se trouve à environ sept kilomètres au nord de la région étudiée.

EXPLICATION DE LA PLANCHE III

I. — Grossissement : 100 d. (en lumière polarisée). — Trachyte-andésite à grands cristaux d'orthose du dyke d'Acqua Fredda avec formations sphérolitiques.

II. — Gross. : 40 d. (en lumière polarisée). — Trachyte-andésite du dyke d'Acqua Fredda, roche normale.

III. — Gross. : 60 d. (en lumière naturelle). — Trachyte-andésite du dyke d'Acqua Fredda au contact de l'enclave.

IV. — Gross. : 40 d (en lumière polarisée). — Dacite de Monte Tujoni.

V. — Gross. : (en lumière naturelle) — Porphyrite de Gioiosa Guardia.

VI. — Gross. : 60 d. (en lumière naturelle). — Porphyre de Monte Baccas (passage à la microgranulite).

NOTES PALÉONTOLOGIQUES

par **J. BERGERON**

CRUSTACÉS (1)

(Pl. IV et V).

Les recherches constantes de M. le Dr Villebrun, dans l'Ordovicien des environs de Saint-Chinian, ont abouti à la découverte de nouveaux exemplaires de Trilobites dont il a bien voulu me donner communication. Parmi ceux-ci quelques-uns appartiennent à des formes déjà dénommées mais offrent quelques particularités ignorées ou mal connues jusqu'ici, sur lesquelles il est intéressant d'insister; d'autres enfin représentent des espèces nouvelles.

Quoique quelques-uns de ces exemplaires ne soient pas bien conservés, j'ai cru cependant devoir les faire figurer et les décrire, non pour le vain plaisir de faire des espèces, mais dans l'espérance qu'en attirant l'attention sur ce que je crois être des formes nouvelles, on les recherchera plus volontiers.

A la description des espèces que m'a communiquées le Dr Villebrun j'ai ajouté celle d'exemplaires qui ont été recueillis par M. Sicard, de Rivière, près Caunes, et par M. Escot. Toutes ces formes, d'ailleurs, proviennent de l'Ordovicien, sans qu'il soit encore possible de bien préciser leur position stratigraphique relative.

Calymenopsis Filacovi Mun.-Chalm. et J. Berg. *nov. subg.*

Pl. IV. Fig. 1, 2 et 3.

J'ai déjà décrit et figuré cette espèce (2), mais quelques-uns des

(1) Communication faite à la séance du 24 juin 1895. Manuscrit remis le 11 novembre 1895. Epreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 18 novembre 1895.

(2) *Ann. Sci. Géol.* T. XXII, p. 341. Pl. IV, fig. 5, 6 et 7. 1889.

exemplaires recueillis par M. le Dr Villebrun me permettent d'en redonner une diagnose plus complète, dont j'ai besoin pour justifier la création d'un sous-genre.

Céphalothorax. — Son contour extérieur a la forme d'un arc surbaissé. Sa largeur au niveau du sillon postérieur est d'environ deux fois sa hauteur, comptée du bourrelet postérieur au bord frontal.

Le bord frontal forme un bourrelet très accusé qui va rejoindre latéralement et en s'atténuant les pointes génales (fig.1). Celles-ci se prolongent en arrière du céphalothorax, parallèlement à l'axe du corps. Sur l'échantillon représenté fig. 1 et dont l'abdomen est fort mal conservé, les pointes génales sont brisées ; on peut conclure cependant de leur largeur au niveau du point de rupture, qu'elles devaient être longues. Sur un autre exemplaire de la collection de M. Villebrun, exemplaire qui n'a pas été figuré vu son mauvais état de conservation, on peut reconnaître que ces pointes devaient dépasser l'extrémité du pygidium et que dans leur partie postérieure elles s'infléchissaient légèrement en dedans.

La glabelle est courte (fig. 3) ; elle correspond à peine aux deux tiers de la hauteur totale du céphalothorax. Elle est délimitée par des sillons dorsaux et un sillon antérieur très nets. Elle a une forme conique, arrondie dans sa partie antérieure. Elle porte trois paires de sillons latéraux, les sillons antérieurs étant courts, peu marqués, obliques, formant, s'ils étaient prolongés, un angle ouvert en avant; sillons médians, droits, peu profonds mais plus accusés que les précédents ; sillons postérieurs, très obliques, peu profonds, plus accusés encore que les sillons médians, formant, s'ils étaient prolongés, un angle ouvert en avant, mais plus aigu que celui formé par les sillons antérieurs.

Les lobes délimités par ces différents sillons latéraux sont peu saillants et de forme quadrangulaire, sauf les lobes postérieurs qui sont arrondis.

Le sillon occipital est étroit relativement au sillon postérieur ; par contre le bourrelet occipital est plus élevé que le bourrelet du bord postérieur.

Les joues fixes sont réduites pour ainsi dire à un lobe palpébral de forme arrondie qui protège un œil très saillant qui a disparu dans tous les exemplaires que j'ai eus jusqu'à présent entre les mains. Cet œil et son lobe palpébral constituent de chaque côté de la glabelle la partie la plus saillante du test.

La grande suture (fig. 1) affecte, dans cette espèce, une forme spéciale : elle part de l'angle génal, suit le sillon postérieur tout en

s'en écartant faiblement, puis décrit une demi-circonférence autour de l'œil dont le bord postérieur est situé tout près du sillon postérieur. Après avoir contourné l'œil, la grande suture se rapproche encore de l'axe du corps, puis s'en écarte sous un angle très ouvert et vient aboutir au bord frontal au droit de la partie saillante du lobe palpébral, de telle sorte que l'intervalle compris entre les deux branches de la grande suture soit égal à la moitié de la largeur de la tête. Cette disposition de la grande suture est très différente de celle que l'on rencontre d'ordinaire dans les Calymènes.

De la partie antérieure du lobe palpébral, du point où la grande suture, après s'être approchée de l'axe, s'en écarte sous un angle très ouvert, part une sorte de crête très nette (fig. 3) ou bande oculaire (1) qui aboutit dans le sillon dorsal au niveau du lobe antérieur de la glabelle.

Les joues mobiles ont la forme d'une pyramide dont le sommet, situé au niveau du coin postérieur de l'œil, correspond à un tubercule auquel viennent aboutir trois crêtes : l'une partant du coin antérieur de l'œil, une seconde partant du coin postérieur, enfin la troisième part de l'angle génal (2).

En avant de la glabelle et séparé d'elle par le sillon antérieur, se trouve un bandeau de faible relief se reliant aux joues fixes, mais présentant dans le prolongement des sillons dorsaux une dépression, de telle sorte que ce bandeau en avant de la glabelle a une légère tendance à former une protubérance.

Dans le sillon compris entre ce bandeau et le bourrelet frontal, il y a des traces de nombreuses cavités. C'est là un caractère tout à fait particulier à cette forme.

Je ne connais pas l'hypostome de cette espèce.

Abdomen.—Les caractères semblent avoir été les mêmes, quel que fût l'âge des individus, ainsi qu'il résulte de la comparaison des exemplaires figurés Pl. IV, fig. 2 et fig. 3. Dans le premier de ces exemplaires l'axe paraît relativement moins large, comparativement aux plèvres, que dans l'exemplaire adulte, mais cette différence résulte sans doute d'un état de conservation différent.

Sur l'exemplaire reproduit fig. 1, Pl. IV, on reconnaît que les plèvres sont sensiblement droites, un peu infléchies en arrière vers

(1) M. Beecher (*Amer. Jour. of Sc.*, T. XLIX, p. 30) fait remarquer que cette bande oculaire semble être un caractère d'ancienneté.

(2) Tous ces détails sont bien visibles dans la figure que j'ai donnée, loc. cit. Pl. IV, fig. 7.

leur extrémité qui est acuminée. Le sillon qui les orne va en se rétrécissant vers cette extrémité.

Quelques exemplaires ont été trouvés enroulés (1).

Pygidium. — Le petit exemplaire de la fig. 2 donne une très bonne idée des caractères du pygidium, arrondi en arrière et à axe très saillant. De cet axe partent littéralement quatre côtes correspondant aux quatre anneaux de l'axe, les deux dernières étant de faible relief. Ces côtes s'infléchissent de plus en plus vers l'axe selon qu'elles sont situées plus en arrière. L'axe n'atteint pas le bord postérieur du pygidium.

Si nous récapitulons les caractères propres à cette espèce, nous voyons que plusieurs permettent de la distinguer de la plupart des *Calymene* connus : c'est la présence de pointes génales, la disposition de la grande suture, la forme arrondie très régulière du bord antérieur dans la partie médiane du céphalothorax, la forme du lobe palpébral ainsi que la petite crête qui va du lobe palpébral à la glabelle, la forme en pyramide de la joue mobile, enfin les cavités qui se rencontrent dans le sillon antérieur.

La présence ou l'absence de pointes génales permettait à Barrande (2) d'établir dans les Calymènes deux grands groupes ayant encore d'autres caractères distinctifs. En effet, à l'existence de cet appendice correspondrait la présence d'une rangée d'épines sous le contour céphalique. Jusqu'à présent, il m'a été impossible de vérifier le fait sur l'espèce du Languedoc.

Dans ces dernières années le Professeur Schmidt, de Saint-Pétersbourg, a admis (3) les trois sous-genres suivants : Calymene *sensu stricto*, Pharostoma Corda et Ptychometopus Schmidt. Si l'on s'en rapporte aux caractères distinctifs de ces sous genres admis par le Prof. Schmidt, on reconnaît que cette forme de la Montagne Noire ne peut être attribuée au sous-genre Calymene *sensu stricto*, car elle porte des pointes génales et le nombre des plèvres du pygidium est de quatre, tandis que dans les Calymènes vraies il est de cinq. De plus l'extrémité antérieure de la glabelle de la forme méridionale n'atteint pas le sillon antérieur.

(1) J'ai vu dernièrement dans la collection du Dr Villebrun un exemplaire formant un arc d'une demi-circonférence par enroulement de la surface dorsale; mais c'est un accident.

(2) Sys. sil. de la Bohême, t. I, p. 565.

(3) Revision der Ostbaltischen silursichen Trilobiten. Abtheil. IV, p. 11. — *Mém. Ac. imp. Sci. de Saint-Pétersbourg*, 7e Sér., t. XLII, n° 5.

Elle se rapprocherait des PHAROSTOMA par ses pointes génales (je n'ai encore vu sur aucun des exemplaires que j'ai étudiés, trace de denticulation sur le bord frontal); par sa glabelle courte, n'atteignant pas le sillon antérieur; par ses trois lobes latéraux dont le postérieur offre plutôt la forme d'un crochet. Mais elle s'en distingue par la forme du bourrelet antérieur et surtout par la forme des joues mobiles comme par celle des joues fixes.

La forme de la grande suture, le grand développement de la glabelle qui atteint le sillon antérieur, la forme des lobes latéraux, le nombre des plèvres du pygidium et les gros tubercules qui ornent le test des PTYCHOMETOPUS, permettent de séparer le *Cal. Filacovi* de ce dernier groupe.

Il est encore dans la famille des *Calymenidæ* un autre sous-genre auquel j'ai donné le nom de CALYMENELLA (1). Il comprend les formes dont la partie antérieure du céphalothorax se prolonge en une sorte de mufle: en même temps, le bourrelet marginal, d'ordinaire si accusé, s'atténue singulièrement en relief. Aucun caractère ne permet de rapprocher l'espèce en question des *Calymenella*.

C'est avec les PHAROSTOMA que les analogies sont les plus nombreuses; cependant il se trouve chez *Cal. Filacovi* assez de caractères particuliers, pour qu'on ne puisse le rapporter à ce sous-genre. C'est ce qui m'a conduit à faire un groupe spécial qui jusqu'ici ne renferme que *Cal. Filacovi* et auquel je propose de donner le nom de CALYMENOPSIS. Il est caractérisé par la présence de pointes génales; par la forme de la grande suture; par la présence de cavités dans le sillon antérieur, cavités qui semblent être comparables à celles du limbe des *Trinucleus*; par la présence d'une bande oculaire; enfin par la forme en pyramide des joues mobiles.

Cette espèce *Calymenopsis Filacovi* a été rencontrée dans un très grand nombre de gisements de l'Ordovicien inférieur de la Montagne Noire.

DICTYOCEPHALITES VILLEBRUNI *n. sp. n. gen.*

Pl. IV, fig. 4 et 5.

Cette forme nouvelle n'est représentée que par un seul exemplaire, aussi les caractères que je donnerai en la décrivant s'appliqueront-ils, pour le moment, au genre aussi bien qu'à l'espèce.

Céphalothorax. — Sa forme hexagonale est tout-à-fait spéciale. On peut l'assimiler à un hexagone irrégulier dont un des côtés, correspondant au bord antérieur du céphalothorax, serait légèrement

(1) *B. S. G. F.*, 3e Sér., T. XVIII, p. 365.

curviligne, tandis que le côté opposé, correspondant au bord postérieur, serait rectiligne. Les quatre autres côtés, qui constituent deux à deux les bords latéraux, sont rectilignes et forment deux à deux un angle presque droit. C'est de cet angle latéral que part une pointe dont il ne reste plus sur l'exemplaire connu, que la base, sur la joue droite. Son diamètre semble avoir été constant sur une certaine longueur. Ces pointes latérales sont les seules que l'on observe sur le céphalothorax. Peut-être représentent-elles les pointes génales des autres Trilobites. D'après la seule qui reste, elles étaient rectilignes, mais peut-être s'incurvaient-elles à leur extrémité. Dans le genre *Eurycare*, où les pointes génales partent également de la partie médiane des faces latérales du céphalothorax, ces pointes s'infléchissent très rapidement en arrière. Dans cette nouvelle forme il n'en était certainement pas ainsi.

La glabelle fait défaut dans l'unique exemplaire connu ; mais par contre, on remarque à sa place (Pl. IV, fig. 5) une dépression de forme polygonale qui est certainement l'empreinte d'un hypostome. Celui-ci devait être de forme pentagonale à bord postérieur arrondi. Le bord antérieur formait un angle à côtés rectilignes ; les parties latérales sont également rectilignes, mais elles se raccordent au côté postérieur par un arc de cercle. En éclairant convenablement l'empreinte laissée par l'hypostome, on reconnaît qu'il portait de chaque côté un sillon moyen. Il est impossible d'y observer plus de détails. D'autre part, le moulage n'a pu en être fait par suite de la disposition qu'affecte le bord postérieur de cette empreinte.

La surface du céphalothorax qui a été conservée correspond à une contre-empreinte de la face interne de la carapace. On y observe de fines réticulations comme c'est le cas sur la doublure du test des autres Trilobites, mais ici le réseau est très net et c'est pour cette raison que j'ai donné à ce nouveau genre le nom de *Dictyocephalites*. Ce céphalothorax est mal conservé : le côté gauche a disparu en grande partie ; la joue droite, la seule qui puisse donner quelques caractères, est bombée. Sur cette joue, il y a une protubérance qui portait peut-être un œil, mais rien ne permet de se prononcer à cet égard.

Il n'y a pas trace de la grande suture.

Abdomen et pygidium. — On peut compter (Pl. IV, fig. 4) sur l'ensemble de l'abdomen et du pygidium 23 anneaux, mais la partie terminale étant mal conservée, il est possible que ce nombre fût plus grand.

Chaque anneau est constitué (Pl. IV, fig. V) par une partie axiale

bombée, de faible largeur, et par des plèvres se terminant latéralement par des pointes droites. La partie axiale correspond à un quart environ de la largeur totale de l'anneau.

Les plèvres sont à sillons ; ce sillon est très court, il ne se voit qu'à la partie supérieure et terminale de chaque plèvre ; généralement, il n'occupe qu'une longueur inférieure à la moitié de la longueur totale de la plèvre ; il est disposé obliquement de haut en bas, et aboutit à la pointe qui termine chaque plèvre. La disposition de ce sillon est telle qu'il semble qu'il y ait un bourrelet dans la partie inférieure de la plèvre.

La pointe qui termine chaque plèvre est courte, droite et triangulaire. Elle n'a été conservée, dans l'unique exemplaire que je connaisse, à l'extrémité d'aucune plèvre ; on n'en voit que les empreintes. Dans les anneaux les plus rapprochés du céphalothorax, cette pointe est dirigée en avant ; puis l'angle qu'elle fait avec la direction de la plèvre correspondante, devient de plus en plus grand; la pointe est horizontale vers le quatrième ou cinquième anneau ; puis elle s'infléchit peu à peu en arrière (Pl. IV, fig. 4), à mesure que l'anneau correspondant est plus éloigné du céphalothorax.

Il est impossible, sur l'unique exemplaire connu, de distinguer le pygidium de l'abdomen ; en tous cas, la partie terminale du pygidium fait défaut.

Le test de l'abdomen et du pygidium est orné de fines granulations ; sur la partie saillante de chaque plèvre il y a une rangée de granulations un peu plus fortes que sur le reste du test. Le test de la partie axiale de chaque anneau est trop mal conservé pour qu'il soit possible de voir si cette rangée de granulations plus fortes des plèvres s'y retrouvait.

Le seul groupe de Trilobites qui présente quelque analogie avec cette nouvelle forme, est celui des *Eurycare;* les caractères communs sont le grand nombre d'anneaux de l'abdomen et du pygidium, la forme polygonale du céphalothorax et la présence des pointes génales partant du milieu des faces latérales du céphalothorax. Mais ces caractères ne sont pas suffisants pour permettre de réunir le *Dictyocephalites Villebruni* aux *Eurycare,* et je crois préférable d'en faire le type d'un nouveau genre appartenant peut-être à la même famille.

Je suis heureux de dédier cette forme si intéressante à M. le Dr Villebrun qui, depuis bien des années déjà, explore avec tant d'ardeur les environs de Saint-Chinian.

Amphion Escoti *n. sp.*

Pl. IV, fig. 6, 7 et 8.

L'espèce d'*Amphion* trouvée à Cabrières a été désignée dès le début tantôt sous le nom d'*Amphion Lindaueri* ou sous celui d'*Amphion* aff. *Lindaueri*. M. Escot m'en ayant procuré quelques exemplaires moins mal conservés que ceux que j'avais eus entre les mains, j'ai pu étudier cette espèce avec plus de profit.

Tous les exemplaires d'ailleurs en sont assez mal conservés, car ils proviennent toujours de schistes argileux ayant subi des compressions dans bien des sens.

Les caractères spécifiques des *Amphion* résident dans la place occupée par l'œil dans la joue et dans la disposition des dernières plèvres du pygidium.

Les exemplaires que j'ai étudiés sont trop mal conservés pour qu'il soit possible de donner une diagnose complète de cette espèce ; pour cela il faudra attendre qu'on en ait trouvé de meilleurs, néanmoins voici les quelques caractères qui m'ont permis de la distinguer.

L'œil dans *Amphion Escoti* est situé plus haut dans la joue fixe, plus loin du bord postérieur du céphalothorax que dans les espèces déjà connues, notamment que dans *Amphion Lindaueri*.

Il est impossible, tant les glabelles des exemplaires que j'ai étudiés sont déformées, de tirer aucun caractère spécifique de cette partie du céphalothorax.

L'abdomen comprend 14 anneaux présentant de chaque côté de la partie axiale, un renflement. L'axe est sensiblement de même largeur que la plèvre ; il est saillant par rapport aux plèvres qui sont plates. Chaque plèvre se dilate dans la région voisine de l'axe ; elle porte dans la même région un sillon peu profond et très court. Puis, sur le reste de sa longueur, se voit un bourrelet qui conserve la même largeur jusqu'à l'extrémité de la plèvre qui ne se termine pas par une pointe.

Le pygidium, qui porte six anneaux axiaux et cinq côtes ou plèvres de chaque côté, fournit un caractère distinctif tiré du point d'insertion des deux dernières plèvres. Celles-ci s'insèrent au niveau de l'avant-dernier anneau axial ; dans les autres espèces d'*Amphion*, le point d'insertion est situé plus haut ou plus bas sur l'axe.

Dans les exemplaires de pygidium figurés Pl. IV, fig. 6, 7 et 8, il y a des différences d'aspect qui proviennent de ce que les échantillons

n'ont pas tous été comprimés dans le même sens. Ainsi, l'exemplaire de la fig. 8 a été écrasé, celui de la figure 7 a été étiré longitudinalement ; enfin, celui de la figure 6 a été comprimé obliquement.

Dicellocephalus? Villebruni *n. sp.*

Pl. V, fig. 1 et 2.

Une des formes nouvelles les plus intéressantes de la collection Villebrun est certainement celle que je désigne sous le nom de *Dicellocephalus? Villebruni.* Elle rappelle beaucoup certains exemplaires figurés et désignés sous le nom générique *Dicellocephalus* par Billings dans son « Palœozoic Fossils ». Mais si l'on s'en rapporte à la diagnose du genre, donnée par Owen et reproduite par Hall, on voit que dans le type du genre, la glabelle est de forme cylindrique, arrondie en avant et divisée en trois lobes par deux sillons. Pour un même genre, le nombre des sillons peut varier, les sillons peuvent être courts ou encore se réunir à travers la glabelle ; mais la forme de la glabelle ne varie pas. Or, la glabelle, ici comme dans quelques espèces décrites par Billings, est conique. Il y aurait donc lieu de les distraire du groupe des *Dicellocephalus.* Mais d'autre part je n'oserais faire un nouveau genre en me basant sur les figures données par Billings et sur quelques exemplaires dont l'état de conservation laisse d'ailleurs bien à désirer. Dans ces conditions je désignerai, jusqu'à nouvel ordre, cette nouvelle forme sous le nom générique de *Dicellocephalus?* pour rappeler qu'elle est voisine de celles qui portent ce nom en Amérique.

Céphalothorax. — Il est toujours mal conservé dans les rares exemplaires connus. Le meilleur est celui figuré Pl. V, fig. 1, dans lequel il ne reste que la glabelle, une partie des joues fixes et la partie antérieure du limbe.

La glabelle, peu saillante, a une forme légèrement conique ; elle est courte et limitée antérieurement par un sillon à peine marqué de forme parabolique. Les sillons dorsaux sont bien visibles quoique peu profonds. Les sillons latéraux sont très vraisemblablement au nombre de quatre de chaque côté. Ils sont peu profonds et peu développés ; ils semblent réduits à de simples dépressions latérales. Les trois sillons antérieurs sont très nets ; quant au quatrième, celui qui est le plus rapproché du sillon occipital, il est très peu visible sur le côté gauche de la glabelle, parce qu'il est traversé par une fissure ; sur le côté droit, le test manque dans toute la partie où ce quatrième sillon pourrait exister.

Le sillon occipital est très net et il détermine un bourrelet occipital large et peu saillant, plus haut que le bourrelet postérieur qui borde les joues fixes.

La grande suture n'est pas visible. Peut-être y en a-t-il quelque trace sur le côté gauche ; peut-être aussi de ce même côté, y a-t-il trace de l'œil. En tous cas, la joue fixe aurait été large.

Il semble que le bord antérieur du céphalothorax ait été arrondi et légèrement relevé en avant. Le limbe antérieur est très large.

L'*abdomen* fait défaut.

Le *pygidium* a une forme tout à fait caractéristique (Pl. V, fig. 2). Il est très large pour sa hauteur. Les angles antérieurs sont arrondis et les côtés sont ornés de pointes, dont la naissance seule peut se voir sur le meilleur des échantillons qui m'aient été confiés. La partie postérieure du limbe est arrondie très régulièrement, et bien que le bord en soit légèrement endommagé il ne semble pas qu'il y ait eu des pointes dans cette partie du pygidium.

L'axe de forme conique porte sept anneaux bien distincts, un huitième moins net. La partie terminale est assez longue pour pouvoir correspondre encore à plusieurs anneaux, mais ils seraient confondus ensemble, et aucun indice ne s'en laisse reconnaître. Cet axe offre un relief bien accusé, surtout dans sa partie terminale. Les sillons latéraux qui le délimitent sont très accusés.

Les plèvres sont bien distinctes, séparées les unes des autres par des sillons plus étroits que les côtes qui correspondent à ces plèvres. Celles-ci s'infléchissent en arrière, en augmentant de largeur à mesure qu'elles s'éloignent de l'axe et en perdant de leur relief à mesure qu'elles s'élargissent. De même les sillons qui les séparent perdent de leur profondeur et augmentent de largeur à mesure qu'ils s'écartent de l'axe et s'infléchissent en arrière. Le relief des côtes ou plèvres diminue et elles s'infléchissent d'autant plus en arrière qu'elles s'insèrent plus près de l'extrémité de l'axe. Si on réunit par une droite l'extrémité des plèvres de chaque côté, on voit que les lignes ainsi menées forment entre elles un angle de 120° environ.

Cette forme nouvelle peut se distinguer facilement des *Asaphelina Barroisi* bien que les pointes qui ornent son pygidium l'en rapprochent jusqu'à un certain point. Pour s'en assurer il suffira de comparer entre elles la figure 1 et la figure 3 de la planche V. La forme de la glabelle, la disposition des autres parties de céphalothorax sont très différentes. Les pygidiums sont également bien distincts : dans *Dicellocephalus ? Villebruni* les angles antérieurs

sont beaucoup plus arrondis que dans *Asaphelina Barroisi*. De plus, le point d'origine des pointes est situé, dans la première de ces espèces, bien plus haut que dans la seconde ; enfin, la partie terminale du limbe, comprise entre les deux pointes, est rectiligne dans *A. Barroisi*, tandis qu'elle est arrondie dans *Dicellocephalus? Villebruni*.

Hypostome *n. sp.*

Pl. IV, fig. 9 et 10.

Dans les mêmes couches où ont été trouvés les nodules renfermant *Dicellocephalus ? Villebruni*, on a rencontré d'autres nodules renfermant des hypostomes dont les caractères permettent de les distinguer de tous ceux déjà connus. Ce ne sont pas des hypostomes de *Dicellocephalus*, et s'ils appartiennent à la forme nouvelle que j'ai rapportée avec doute à ce dernier genre, ils viendraient confirmer mon opinion qu'il y a là un genre nouveau.

Voici les caractères de cette nouvelle forme d'hypostome.

Le bord antérieur manque dans les deux exemplaires figurés. Bords latéraux rectilignes, convergeant en avant ; par suite de cette allure, la partie postérieure de l'hypostome est élargie (Pl. IV, fig. 10). Le bord postérieur fait en partie défaut dans l'exemplaire de la fig. 10, mais il semble bien, d'après l'exemplaire de la fig. 9, qu'il devait être sensiblement rectiligne.

Le lobe médian est peu saillant (fig. 10) ; sa partie antérieure a une forme elliptique ; sa partie postérieure est sensiblement quadrangulaire. Le sillon antérieur n'existe pour ainsi dire pas et la partie antérieure du lobe n'est pas nettement délimitée. Le sillon latéral est convexe jusqu'au niveau du sillon médian, puis il devient presque rectiligne bien que légèrement convexe entre le sillon moyen et le sillon postérieur. Le sillon moyen est court, large et profond, le sillon postérieur semble être interrompu ; il n'est accusé que dans sa partie médiane où il est large et profond et dans la partie latérale où il forme une fossette se reliant au sillon médian qui lui-même est réduit à l'état de fossette.

Asaphelina Barroisi Mun.-Ch. et J. Berg.

Pl. V, fig. 3.

Depuis que cette espèce a été décrite pour la première fois (1), j'ai eu entre les mains un très grand nombre de pygidiums, mais

(1) Etude du massif ancien situé au S. du Plateau central. *Ann. Soc. Géol.* T. 22, p. 339, Pl. IV, fig. 1, 2.

les céphalothorax sont toujours restés relativement rares. Celui que j'ai fait figurer est un des moins mauvais que j'aie vus. Il me permet de compléter sur certains points la diagnose que j'ai déjà donnée de cette espèce.

Le céphalothorax a un contour extérieur de forme parabolique. La glabelle est cylindrique, très longue, sans grand relief; elle porte des indices à peine visibles de sillons latéraux ; ce sont plutôt des dépressions au nombre de quatre, d'après l'exemplaire de la fig. 3 de la Pl. V. Cette glabelle est limitée antérieurement par une demi-circonférence correspondant à un sillon peu profond mais assez large qui la sépare du limbe antérieur. Ce limbe est peu développé.

La grande suture est comparable à celle des *Asaphidæ*.

Les yeux, relativement petits, sont situés très haut, un peu au-dessus du niveau du mitieu de la glabelle ; ils sont très rapprochés des sillons dorsaux, d'où il résulte que la joue fixe est peu développée. La joue mobile est mal conservée.

La connaissance plus approfondie du céphalothorax d'*Asaphelina Barroisi* permet de préciser davantage les différences existant entre les *Asaphelina* et les *Dicellocephalus*. Dans les deux genres la glabelle est cylindrique, mais dans le premier elle est très longue, de presque toute la hauteur du céphalothorax, et se termine par une demi-circonférence, tandis que dans le second, la glabelle est courte et se termine par une partie droite qui se relie aux contours latéraux par un arc de cercle, en présentant une courbe dite en *anse de panier*.

Ce sont les premières assises de l'Ordovicien qui, dans la Montagne Noire, ont fourni les fossiles auxquels j'ai donné les noms de *Dicellocephalus? Villebruni* et d'*Asaphelina Barroisi*. Or, ces formes sont voisines des vrais *Dicellocephalus* d'Amérique, d'Angleterre et de Suède qui sont cantonnés dans les dernières assises du Cambrien et dans les premières de l'Ordovicien. Il y a là un fait digne de remarque, mais qui ne pourra acquérir toute son importance qu'autant que les matériaux recueillis dans la suite, nous permettront de mieux connaître les caractères de ces nouvelles espèces, et par suite leurs affinités avec le genre *Dicellocephalus*.

Ogygia Lignieresi *n. sp.*

Pl. V, fig. 4.

Je rapporte au genre Ogygia cette forme assez fréquente dans la

Montagne-Noire. Ses caractères extérieurs sont ceux du genre *Ogygia* ; cependant, l'hypostome qui seul pourrait permettre une détermination générique précise, fait défaut.

Cephalothorax, de forme légèrement parabolique. Limbe large, glabelle un peu élargie dans sa partie antérieure et postérieure, avec une réduction de largeur dans la partie médiane, qui correspond à peu près au niveau des yeux ; c'est, d'ailleurs, la forme caractéristique du genre. Pas trace de sillons latéraux, mais il est vrai que le test a disparu. Grande suture présentant le parcours habituel à celle des *Ogygia*. Yeux petits, non conservés, très rapprochés des sillons dorsaux. Joues mobiles larges, se terminant au niveau du bourrelet postérieur par suite de cassures très visibles, mais devant se prolonger par des pointes génales qui n ont pas été conservées.

Abdomen composé de huit anneaux de hauteur sensiblement égale. Dans ces anneaux, les plèvres gardent leur largeur sur toute la hauteur de l'abdomen, tandis que les parties axiales ont une largeur qui varie avec leur position, les plus larges se trouvant dans la région antérieure, les plus étroites dans la région postérieure ; c'est ainsi que dans le premier anneau, la partie axiale est aussi large qu'une des plèvres correspondantes, tandis que dans le dernier anneau, la partie axiale ne correspond plus qu'aux deux tiers d'une des plèvres correspondantes.

Pygidium de même largeur que le céphalothorax. On peut y compter huit anneaux et la partie terminale de l'axe correspond encore très vraisemblablement à deux anneaux. La partie axiale, de forme conique, a un relief très accusé.

Plèvres au nombre de six, disposées radialement. Elles s'élargissent un peu à mesure qu'elles s'éloignent de l'axe, pour se rétrécir avant de disparaître au niveau du limbe. Celui-ci est très large et présente un contour extérieur de forme presque semi-circulaire.

Cette espèce se distingue par la hauteur de son abdomen qui est à peu près celle du céphalothorax et du pygidium, par la diminution rapide de la largeur des parties axiales des anneaux abdominaux, par la largeur relativement grande de la partie axiale du pygidium.

Je dédie cette espèce à M. Lignières, instituteur à St-Chinian, qui seconde si activement M. le Dr Villebrun dans ses recherches paléontologiques.

ÆGLINA SICARDI *n. sp.*

Pl. V, fig. 6, 7 et 8.

Bien que ses débris soient très nombreux, par suite de leur mauvais état de conservation, cette espèce est encore mal connue.

Cephalothorax. — Je n'ai jamais eu entre les mains que des glabelles avec les lobes palpébraux ; les yeux et les joues mobiles me sont inconnus.

La glabelle offre les caractères généraux de celle des *Æglina* ; elle porte un ocelle comme *Æglina princeps* Barr., mais elle s'en distingue par la forme du bord antérieur, qui est plus rectiligne que dans l'espèce de Barrande ; néanmoins ce bord est légèrement arqué. Les parties latérales sont rectilignes et les sillons dorsaux sont bien accusés. Contour postérieur un peu moins large que le contour antérieur. Surface fortement bombée, portant vers son milieu un ocelle de très petite taille, mais toujours visible, et sensiblement de mêmes dimensions, quel que soit l'âge de l'exemplaire étudié.

Joue fixe semblant réduite au lobe palpébral, ayant la forme d'un cadran qui aboutit environ au quart supérieur de la longueur totale de la glabelle.

Sur un bloc que m'a communiqué M. Sicard, de Rivière, près Caunes, il y avait plusieurs exemplaires de glabelles de cette nouvelle espèce. A ces glabelles était associé un hypostome, comme le montre la figure 6, qui reproduit une partie de ce bloc. Comme dans le même gisement de Brama, on ne trouve en fait de débris de Trilobites que des glabelles d'*Æglina Sicardi*, je suis porté à croire que cet hypostome appartient à cette nouvelle espèce. Mais comme il n'a jamais été figuré ni décrit, à ma connaissance, d'hypostome d'*Æglina*, j'ai encore quelque doute sur l'assimilation que je fais.

Voici les caractères de ces hypostomes. Bord antérieur semi-circulaire, surbaissé. Bord latéral convexe dans sa partie antérieure, puis concave dans sa partie médiane, enfin convexe dans sa partie postérieure. Bord postérieur arrondi, présentant sensiblement la même forme que le bord antérieur, mais disposé en sens inverse. Lobe médian très saillant ; partie antérieure très dilatée, se rétrécissant postérieurement ; partie postérieure moins saillante. Sillon antérieur bordé latéralement par une crête fine, peu saillante mais cependant très nette (fig. 6 et 8) ; sillon latéral convexe, puis concave jusqu'au niveau du sillon médian, puis il devient légèrement

convexe ; sillon moyen, court et étroit, bordé postérieurement par une petite crête tranchaute et courte ; sillon postérieur peu profond, continu sur tout son parcours. Ailes antérieures bien développées ; ailes postérieures dont la forme n'est pas visible.

Sur le côté de cet hypostome, à gauche, se voit un débris de Trilobite présentant un bourrelet antérieur de céphalothorax, avec cavités dans le sillon antérieur. Il est trop mal conservé pour qu'il soit possible de reconnaître le genre auquel il appartient.

Je n'ai trouvé aucune trace d'abdomen.

Pygidium. Avec les glabelles d'*Æglina Sicardi* se voient dans les mêmes blocs des pygidiums dont j'ai fait reproduire le mieux conservé. Comme ils sont conformes aux figures de pygidiums d'*Æglina* données par différents auteurs, je n'hésite pas à les rapporter à cette nouvelle espèce.

La forme est légèrement parabolique. Quant aux caractères spécifiques ils sont peu accusés ; l'axe laisse entrevoir des traces d'anneaux ; les plèvres sont à peines marquées. Le limbe est plat et relativement large, tandis que le reste du pygidium est légèrement bombé.

Je dédie cette espèce à M. Sicard, de Rivière, qui m'a toujours communiqué les exemplaires de sa collection avec une libéralité dont je lui suis très reconnaissant.

ÆGLINA ? SAVINI *n. sp.*

Pl. V, fig. 9.

Il eût peut-être été plus prudent de ne pas donner de nom au débris très informe que j'ai désigné sous le nom d'*Æglina Savini.* Il semble que ce soit la partie postérieure d'une glabelle limitée par un bourrelet occipital de très faible relief. On y voit deux petites cavités correspondant à des yeux qui rappellent ceux de *Æglina prisca* Barr.; ils sont situés non au milieu de la glabelle, mais très près du sillon occipital et très rapprochés l'un de l'autre, ce qui permet de distinguer l'espèce du Midi de celle de la Bohême.

Pour être bien certain de la valeur spécifique et même générique de cette forme il faudrait en avoir des exemplaires plus complets. Néanmoins je l'ai fait figurer pour attirer l'attention sur elle.

Si, comme je le crois, elle est nouvelle, je serais désireux qu'elle portât le nom du capitaine Savin, qui a exploré avec beaucoup de soin le gisement de Brama.

NOTE

Dans un article antérieur sur des Crustacés fossiles (1) j'ai signalé que l'*Anthracopeltis Crepini* décrit par M. l'abbé Boulay comme Trilobite, était un *Prestwichia*. Ce n'est que postérieurement à la publication de ce travail que j'ai su que l'exemplaire qui m'avait été communiqué était le même que celui que M, l'abbé Boulay avait eu entre les mains. De plus, M. Gosselet (2), ce que j'ignorais, avait déjà rectifié l'erreur générique et assimilé ce même exemplaire au *Prestwichia rotunda* Woodward. Je crois néanmoins que c'est bien une forme distincte à laquelle il faut laisser le nom de *Prestwichia Crepini*.

Déjà en 1881 de Koninck avait signalé dans le Houiller du Grand Hornu, près Mons, la présence de *Prestwichia rotunda* Woodw. (3). D'après les figures, d'ailleurs assez mal faites, publiées par de Koninck, il ne semble pas que les exemplaires de Bully-Grenay et du Grand Hornu appartiennent à la même espèce.

EXPLICATION DES PLANCHES

Planche IV

Calymenopsis Filacovi Mun.-Ch. et J. Berg., n. subg.

Fig. 1. — Céphalothorax. Grandeur naturelle. Collection Villebrun.

Fig. 2. — Moulage donnant le détail de la glabelle et la disposition des cavités le long du bourrelet antérieur. Grandeur naturelle. Collection de la Sorbonne.

Fig. 3. — Exemplaire jeune. Un peu grossi. Collection Villebrun.

Dictyocephalites Villebruni n. g., n sp.

Fig. 4. — Exemplaire complet. Grandeur naturelle. Collection Villebrun.

Fig. 5. — Céphalothorax et premiers anneaux de l'abdomen de l'exemplaire précédent. Grossissement : 1,6.

Amphion Escoti n. sp.

Fig. 6. — Exemplaire complet mais écrasé. Grandeur naturelle. Loc. Cabrières. Collection de la Sorbonne.

(1) *B. S. G. F.*, 3e Sér., T. 21, p. 342.

(2) Ardenne, p. 702.

(3) *Académie royale de Belgique. Bull.* 3e Sér., T. I, n° 4, avril 1881.

Fig. 7. — Céphalothorax et Pygidium. Grandeur naturelle. Loc. Cabrières. Collection de la Sorbonne.

Fig. 8. — Moulage d'un Pygidium. Grandeur naturelle. Loc. Cabrières. L'empreinte appartient à la collection de l'Ecole des Mines.

Hypostome n. sp.

Fig. 9. — Hypostome. Exemplaire montrant la forme du bord inférieur. Grandeur naturelle. Loc. Environs de St-Chinian. Collection Villebrun.

Fig. 10. — Hypostome. Même espèce. Exemplaire plus complet que le précédent. Grandeur naturelle. Loc. Environs de St-Chinian. Collection Villebrun.

PLANCHE V

Dicellocephalus ? Villebruni n. sp.

Fig. 1. — Céphalothorax et empreinte du Pygidium. Grandeur naturelle. Loc. Environs de St-Chinian. Collection Villebrun

Fig. 2. — Pygidium. Grandeur naturelle. Loc. Environs de St-Chinian. Collection Villebrun.

Asaphelina Barroisi Mun.-Ch. et J. Berg.

Fig. 3. — Céphalothorax. Grandeur naturelle. Loc. Environs de St-Chinian. Collection Villebrun.

Ogygia Lignieresi n. sp.

Fig. 4. — Exemplaire complet. Grandeur naturelle. Loc. Environs de St-Chinian. Collection Villebrun.

Æglina Sicardi n. sp.

Fig. 5. — Céphalothorax réduit à la glabelle et aux lobes palpébraux. Grandeur naturelle. Loc. Environs de Ferrals. Collection Filachou à la Sorbonne.

Fig. 6. — Partie d'un bloc renfermant plusieurs exemplaires de Céphalothorax, un Hypostome et plusieurs Pygidiums. Grandeur naturelle. Loc. Brama. Collection Sicard.

Fig. 7. — Pygidium appartenant très vraisemblablement à cette même espèce. Même échantillon.

Fig. 8. — Hypostome appartenant très vraisemblablement à la même espèce. Même échantillon.

Æglina ? Savini n. sp.

Fig. 9. — Fragment d'une glabelle ? Grandeur naturelle. Loc. Brama. Collection Sicard.

NOTES

SUR LA

FLORE DES GISEMENTS HOUILLERS

DE LA RHUNE & D'IBANTELLY (Basses-Pyrénées)

par **M. R. ZEILLER** (1).

(Planche VI).

La flore des gisements houillers de la Rhune et d'Ibantelly a déjà fait l'objet, devant notre Société, de deux communications, de la part de M. Bureau en 1866 (2), et de M. Stuart-Menteath en 1881 (3) : les listes qu'ils ont données comprennent, pour la Rhune une dizaine d'espèces, et pour Ibantelly trois espèces seulement, appartenant, les unes comme les autres, à la flore stéphanienne, mais n'offrant pas de types assez caractéristiques pour qu'il ait été possible de préciser le niveau de ces gisements.

Ayant pu étudier dernièrement au musée de Bayonne, grâce à l'obligeance de notre confrère, M. Arnaud Détroyat, et du conservateur du musée, M. Léon Hiriart, une importante série d'empreintes recueillies par M. Gindre à la mine d'Ibantelly, au cours de l'exploitation dont elle fut le siège de 1861 à 1879, il m'a paru qu'il ne serait pas sans intérêt, l'exploitation de cette mine étant aujourd'hui complètement abandonnée, de faire connaître le résultat de mes observations. J'avais eu auparavant entre les mains, il y a quelques années, un certain nombre d'échantillons récoltés tant à Ibantelly qu'à la Rhune par notre confrère M. Genreau, et qu'il avait eu l'obligeance de me communiquer; bien qu'ils fussent assez peu variés, ils m'ont fourni cependant une ou deux espèces que je

(1) Communication faite dans la séance du 4 novembre 1895; manuscrit remis le même jour. Epreuves corrigées par l'auteur, parvenues au Secrétariat le 11 novembre 1895.

(2) *B. S. G. F.*, 2e Sér., t. XXIII, p. 846-850, pl. XIV.

(3) Ibid., 3e Sér., t. IX, p. 311.

n'ai pas retrouvées dans la collection de M. Gindre, et que je comprendrai dans la liste qui va suivre :

Liste des Espèces observées a Ibantelly.

Pecopteris arborescens Schlotheim (sp.).
Pecopteris cyathea Schlotheim (sp.).—Déjà signalé par M. Stuart-Menteath.
Pecopteris oreopteridia Schlotheim (sp.).
Pecopteris Daubreei Zeiller. — Très abondant.
Pecopteris polymorpha Brongniart. — Assez fréquent.
Pecopteris pseudo-Bucklandi Germar.—Un échantillon bien reconnaissable.
Pecopteris unita Brongniart.
Pecopteris feminæformis Schlotheim (sp.). — Déjà signalé par M. Stuart-Menteath, sous le nom de *Pec. arguta;* cette espèce se présente non seulement sous sa forme normale, mais aussi sous la forme *diplazioides* (1).
Callipteridium pteridium Schlotheim (sp.).
Alethopteris Grandini Brongniart. — Assez abondant; c'est certainement cette espèce que M. Stuart-Menteath a recueillie à Ibantelly et mentionnée comme *Aleth. Serlii* : l'*Aleth. Grandini* se présente en effet assez souvent sous des formes faciles à confondre avec l'*Aleth. Serli*, tandis que celui-ci manque dans le Stéphanien.
Odontopteris Brardi Brongniart.
Sphenophyllum oblongifolium Germar et Kaulfuss.
Calamites Suckowi Brongniart.
Calamites Cisti Brongniart.
Tiges de Calamodendrées non déterminables spécifiquement.
Equisetites spatulatus n. sp. — Un fragment de gaîne sur lequel je reviendrai plus loin.
Asterophyllites equisetiformis Schlotheim (sp.). — Très abondant.
Annularia stellata Schlotheim (sp.).
Sigillaria.... Fragments de tiges décortiquées, à côtes relativement étroites ; non déterminables spécifiquement.
Sigillaria.... Fragments de tiges décortiquées, à larges côtes, non déterminables spécifiquement.
Stigmaria ficoides Sternberg (sp.).
Feuilles de *Cordaites*, trop incomplètes pour pouvoir être déterminées spécifiquement.
Empreintes de racines ramifiées, du type *Pinnularia*.

Avant d'examiner la signification de cette petite flore au point de vue de la détermination de l'âge du dépôt, je passerai en revue les espèces reconnues, soit par MM. Bureau et Stuart-Menteath, soit par moi-même, dans le gisement de la Rhune.

(1) Zeiller, Flore fossile des dépôts houillers et permiens des environs de Brive, p 26.

Liste des Espèces observées a la Rhune.

Pecopteris Daubreei Zeiller (?). — Collection du musée de Bayonne. Echantillon un peu douteux.

Pecopteris polymorpha Brongniart. — Assez abondant parmi les échantillons recueillis par M. Genreau. Signalé également par M. Stuart-Menteath, le *Pec. Miltoni* Brongniart (*non* Artis), qui figure sur sa liste, étant, ainsi que je l'ai dit ailleurs, identique au *Pec. polymorpha.*

Il me paraît très probable, d'après l'examen que j'ai pu faire au Muséum, du *Pec. Nestleriana* de Brongniart, que cette espèce, dont M. Bureau a signalé la présence à la Rhune, doit être également réunie au *Pec. polymorpha.*

Pecopteris unita Brongniart. — Collection de M. Genreau.

Pecopteris feminæformis Schlotheim (sp.). — Signalé par M. Stuart-Menteath. Le *Pec. Lartetii* Bureau n'est certainement qu'une forme de cette espèce, voisine surtout de la forme de Wettin et de la Corrèze que j'ai désignée sous le nom de *diplazioides*.

Odontopteris Brardi Brongniart.— Observé par M. Stuart-Menteath. Il faut sans doute lui rapporter aussi un échantillon un peu imparfait récolté par M. Genreau.

Dictyopteris Brongniarti Gutbier. — A mon avis, l'échantillon de la Rhune figuré par M. Bureau doit être rapporté à cette espèce, plutôt qu'au *Dict. nevropteroides*, forme spécifique assez mal définie, d'ailleurs, et de valeur un peu incertaine.

Asterophyllites ?... Signalé par M. Bureau.

Annularia sphenophylloides Zenker (sp.). — Reconnue par M. Bureau et par M. Stuart-Menteath *(Ann. brevifolia)*, cette espèce figure également dans la collection de M. Genreau.

Calamites Cisti Brongniart. — Observé par M. Bureau.

Sigillaria.... Fragment de tige cannelée, non déterminable spécifiquement, observé par M. Bureau.

Cordaites.... Fragment de feuille, mentionné par M. Bureau (*Nœggerathia*).

Cordaicarpus.... Cité par M. Stuart-Menteath.

Codonospermum anomalum Brongniart.

A l'exception du *Dictyopteris Brongniarti*, de l'*Annularia sphenophylloides* et des graines, toutes les espèces de la Rhune ont été, comme le montre la comparaison des deux listes, observées également à Ibantelly ; et parmi ces espèces communes, il en est deux qui fournissent, au point de vue de la détermination du niveau, des indications intéressantes : ce sont le *Pecopteris Daubreei* et le *Pec. feminæformis*, forme *diplazioides*.

Le *Pec. Daubreei* n'a été, en effet, signalé jusqu'ici qu'au sommet du Stéphanien ou à la base du Permien, à Commentry et dans la région de Brive, en France, et dans les couches de Trienbach, en Alsace.

La forme *diplazioides* du *Pec. feminæformis*, bien que se reliant au type par une série continue d'intermédiaires, semble cantonnée dans la région la plus élevée du Stéphanien et à la base du Permien, ainsi que je l'ai fait remarquer à l'occasion de sa présence aux environs de Brive.

J'ajoute que le *Pec. pseudo-Bucklandi*, que j'ai reconnu à Ibantelly, a été également observé dans le Stéphanien supérieur à Wettin, et à la Chapelle aux Brots, près de Brive, ainsi que dans le Permien inférieur de Manebach. M. Potonié croit, il est vrai, devoir le réunir au *Pec. Bucklandi* (1), dont il diffère en effet fort peu, et qui, lui, se trouve déjà à Camerton, près Bath, en Angleterre, c'est-à-dire à un niveau beaucoup plus bas ; si cette réunion est justifiée, ce qui me paraît encore douteux, il n'y aurait à tirer de la présence de cette espèce à Ibantelly aucun renseignement utile, et elle rentrerait simplement dans le cas de diverses autres espèces du même gisement, telles, par exemple, que *Pecopteris unita*, *Asterophyllites equisetiformis*, *Annularia stellata*, qui, si elles descendent jusque vers le bas du Stéphanien ou même jusque dans le Westphalien supérieur, s'élèvent jusqu'à la base du Permien et n'infirment nullement les indications fournies par les *Pec. Daubreei* et *Pec. feminæformis*, forme *diplazioides*.

Il en est ainsi, au surplus, des divers autres types spécifiques qui figurent dans les listes précédentes, sans en excepter les tiges cannelées de Sigillaires, puisqu'il en a été trouvé de semblables dans la Corrèze à des niveaux confinant au Permien, soit qu'il s'agisse de véritables *Rhytidolepis* ayant persisté jusque là, soit qu'on ait affaire à des espèces du groupe des Mésosigillariées, à moules sous-corticaux cannelés et à écorce dépourvue de côtes à l'extérieur.

En résumé, toutes les espèces reconnues à Ibantelly comme à la Rhune ont été observées ailleurs, dans la région de Brive notamment, dans des couches appartenant au couronnement du Stéphanien, et parmi elles le *Pec. Daubreei* et la forme *diplazioides* du *Pec. feminæformis* semblent appartenir en propre à ce niveau ou du moins n'avoir pas encore été rencontrés à des niveaux inférieurs.

Il me paraît donc que, malgré le nombre relativement restreint des espèces qu'ils ont fournies, on est fondé à penser que les gisements de la Rhune et d'Ibantelly appartiennent à la région la plus élevée du Stéphanien, ce qui s'accorde fort bien, d'ailleurs, avec

(1) Potonié, Die Flora des Rothliegenden von Thüringen, p. 96.

les observations stratigraphiques, les couches houillères de la Rhune étant, comme on sait, immédiatement recouvertes, en stratification concordante, par des argilites et des conglomérats rouges que l'on a toujours considérés comme permiens.

Je dois, à cette occasion, revenir sur la question du classement du lambeau houiller du Plan des Etangs, au pied de la Maladetta, que j'ai indiqué il y a quelques années (1), à raison de la présence d'une Sigillaire cannelée, comme devant appartenir à la portion inférieure du Stéphanien, sinon même au Westphalien, c'est-à-dire à un niveau plus bas que les gisements de la Rhune et d'Ibantelly : des tiges de Sigillaires cannelées ayant été depuis lors rencontrées dans la Corrèze, ainsi que je l'ai rappelé tout à l'heure, à des niveaux qu'ailleurs elles ne semblaient pas atteindre, la présence de tiges semblables, que nous venons de retrouver également à la Rhune et à Ibantelly associées à des formes du Stéphanien supérieur, ne peut plus aujourd'hui être considérée comme une preuve de l'ancienneté relative d'un dépôt, du moins lorsqu'il s'agit d'échantillons indéterminables spécifiquement. Il est fort possible du reste, comme je l'ai dit, qu'il s'agisse dans ces divers cas de tiges décortiquées de Mésosigillariées, telles que *Sigillaria lepidodendrifolia* ou *Sig. Moureti*, et que les vrais *Rhytidolepis* ne dépassent nulle part, comme on l'avait admis, le milieu du Stéphanien ; mais dans l'impossibilité où l'on est de se prononcer à cet égard, il faut nécessairement rester sur la réserve et se borner à classer comme houillères les couches du Plan des Étangs sans prétendre à en préciser le niveau.

J'ai mentionné plus haut, parmi les plantes recueillies par M. Gindre à Ibantelly, une gaîne d'Equisétinée appartenant à un type spécifique inédit, qui me paraît mériter de fixer l'attention. L'échantillon d'Ibantelly est assez incomplet, mais j'ai trouvé dans les collections de l'Ecole des Mines trois spécimens appartenant évidemment à la même espèce et qui permettent de se faire une idée de la constitution de celle-ci ; le meilleur d'entre eux est malheureusement dépourvu d'étiquette de provenance ; les deux autres ont été recueillis à Vaulnaveys (Isère), par notre regretté confrère M. Lory. L'examen des figures 1 à 3 de la Planche VI montre que ces gaînes étaient formées de feuilles uninerviées, soudées latéralement les unes aux autres sur toute leur longueur : les unes et les autres sont détachées des tiges qui les ont portées, mais

(1) *B. S. G. F.*, 3e Sér., t. XIV, p. 329.

lorsqu'elles montrent leur bord inférieur, comme sur l'échantillon de la fig. 2, et sur le deuxième échantillon, non figuré, de Vaulnaveys (1), les feuilles qui les composent présentent une base d'insertion arrondie, du centre de laquelle part la nervure, exactement comme sur les échantillons d'*Equisetites zeæformis* Schlotheim (sp.) figurés par M. Potonié (2); elles se distinguent, d'ailleurs, au premier coup d'œil, de celles de cette dernière espèce, comme d'ailleurs des autres *Equisetites* houillers actuellement connus, par leur élargissement graduel très marqué et la forme spatulée qu'elles affectent. L'échantillon d'Ibantelly surtout (fig. 1) et à un moindre degré celui de la figure 2, montrent que ces feuilles étaient à leur base fortement convexes sur le dos, séparées par d'étroits sillons correspondant à leurs commissures; leur convexité diminuait peu à peu vers le sommet. Sur l'échantillon d'Ibantelly, le bord supérieur de la gaîne fait défaut; sur les trois autres, il est assez mal conservé et manque de netteté, mais il semble bien cependant qu'on ait réellement affaire là au bord naturel, présentant, au bout de chaque nervure, une saillie arrondie dans laquelle vient se perdre l'extrémité de cette nervure, avec des échancrures peu profondes correspondant aux lignes de commissure. D'après l'examen de la région la mieux conservée de l'échantillon fig. 2, les feuilles n'auraient peut-être pas été tout à fait arrondies, mais seulement terminées en pointe très obtuse ; il est difficile toutefois de s'en assurer d'une façon positive, la portion terminale des feuilles étant déjetée sur le côté et les contours n'en étant pas très nettement visibles : il semble, en tout cas, à raison même du manque de netteté des contours, que ces feuilles aient été membraneuses à leur sommet, comme le sont celles de beaucoup de nos *Equisetum* vivants; peut-être aussi, comme chez plusieurs de ces derniers, la nervure médiane se prolongeait-elle en une dent rapidement caduque, et serait-ce à la chute de celle-ci qu'il faudrait imputer cette forme arrondie des feuilles, peu habituelle chez les Equisétinées, aussi bien chez les formes éteintes que chez les espèces vivantes.

Sur les échantillons fig. 1 et 2, la commissure paraît marquée non-seulement par un pli aigu, mais par une bande extrêmement étroite qui pouvait être moins résistante que les feuilles elles-mêmes, comme celle dont M. Potonié a reconnu l'existence sur les gaînes d'*Equisetites zeæformis ;* cependant, sur aucun des échantil-

(1) Cet échantillon ressemble beaucoup à celui de la fig. 2, sauf qu'il a des feuilles plus nombreuses et un peu moins larges.

(2) Potonié, Die Flora des Rothliegenden von Thüringen, pl. XXV, fig. 2-4.

lons dont je parle, on ne distingue la moindre trace de déchirure entre deux feuilles contiguës. Cependant des déchirures ont dû nécessairement se produire, pour que les fragments de gaînes que nous offrent ces échantillons soient ainsi étalés à plat. La forme arrondie des feuilles à leur base prouve qu'elles étaient insérées sur les tiges tangentiellement ou du moins sous un angle très aigu, et non pas à angle droit ; d'autre part, leur élargissement graduel montre que les gaînes constituées par leur réunion devaient former un entonnoir plus ou moins largement ouvert, suivant que les tiges correspondantes avaient un plus ou moins grand diamètre ; il a donc fallu, pour que ces gaînes, primitivement tronconiques, puissent s'étaler sur une surface plane, qu'elles se déchirent au moins sur un point. C'est, du reste, ce qui a eu lieu également pour les gaînes de l'*Equisetites zeæformis* et pour celles des *Schizoneura*; mais les unes et les autres, avec leurs feuilles linéaires-lancéolées, devaient affecter une forme ovoïde, dilatées en leur milieu et rétrécies au sommet, et non pas une forme tronconique.

Les fragments de gaînes dont je viens de parler étant tous isolés, il est impossible de savoir au juste quelles étaient les dimensions des tiges qui les portaient; mais il est facile, d'après l'angle de convergence des bords des feuilles et en tenant compte de ce que les gaînes, si ouvertes qu'on puisse les supposer, n'étaient certainement pas étalées à plat, de s'assurer que le diamètre de ces tiges ne dépassait et probablement même n'atteignait pas 6 centimètres pour les plus petites, et 10 à 11 centimètres pour les plus grosses.

On pourrait, à raison de la forme spatulée des feuilles qui constituent ces gaînes et de leur ressemblance avec celles de certains *Annularia*, se demander si elles n'appartiendraient pas à de grosses tiges de ce dernier genre ; mais c'est là un rapprochement auquel il ne faut pas songer, les deux espèces d'*Annularia* du Stéphanien supérieur, *Ann. stellata* et *Ann. sphenophylloides*, ayant montré, aux articulations de leurs plus grosses tiges, des gaînes linéaires étroitement dressées, à dents très aiguës, complètement différentes de celles-ci.

Il faut donc se borner à les classer sous le nom générique d'*Equisetites*, comme constituant un type spécifique nouveau, voisin, à certains égards, de l'*Eq. zeæformis*, mais se distinguant nettement par ses feuilles spatulées et ses gaînes, par conséquent, largement ouvertes. Ces caractères lui donnent une place assez à part dans le groupe des *Equisetites* pour qu'il m'ait paru intéressant de le faire

connaître, quelque incomplets que soient encore les échantillons qui le représentent. Cette nouvelle espèce, à laquelle je donnerai le nom d'*Eq. spatulatus*, serait caractérisée par la diagnose suivante : Gaînes étalées-dressées, formées de feuilles nombreuses, uninerviées, convexes sur le dos, de forme spatulée, longues de 5 à 6 centimètres, larges de 2 à 3 millimètres à leur base et de 5 à 10 millimètres à leur extrémité supérieure, arrondies au sommet.

EXPLICATION DE LA PLANCHE VI.

Equisetites spatulatus n. sp.

Fig. 1. — Fragment de gaîne : Ibantelly (Basses-Pyrénées). Musée de Bayonne.

Fig. 2. — Portion de gaîne. Provenance inconnue. Collections de l'Ecole supérieure des Mines.

Fig. 2 A. — Portion du même échantillon, grossie un peu plus d'une fois et demie, montrant le sommet des feuilles.

Fig. 3. — Fragment de gaîne. Vaulnaveys (Isère). Collections de l'Ecole supérieure des Mines.

OBSERVATIONS

SUR LES

ALLUVIONS DE LA GARONNE

DANS LA RÉGION DE TOULOUSE

par **Édouard HARLÉ** (1)

L'étude des alluvions de la Garonne dans la région de Toulouse a fait l'objet de travaux fort remarquables, publiés par de nombreux savants, parmi lesquels surtout : Noulet (2), Leymerie (3), M. Doumerc (4) et M. Boule (5). Il m'a semblé cependant que cette question n'est pas épuisée. Je me suis trouvé ainsi amené à rédiger la présente note. J'ai dû y comprendre quelques faits déjà démontrés par les savants que je viens de citer et spécialement par Leymerie et M. Boule.

I

Dans une note insérée au Bulletin de 1894, p. 532, j'ai dressé un profil en long du *vieux-fond* sur lequel reposent les alluvions de la Gironde et de la portion voisine de la Garonne (6). J'ai montré que, à Langon, limite de la partie où la marée se fait sentir, et en

(1) Note présentée à la séance du 4 novembre 1895; manuscrit remis le même jour. Epreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 20 novembre 1895.

(2) Noulet : *Mém. de l'Acad. des Sc. de Toulouse*, 1854, 4e Sér., t. IV, p. 125.

(3) Leymerie : *B. S. G. F.*, séance du 4 septembre 1855 ; *Mém. de l'Acad. des Sc. de Toulouse*, 1867, 6e Sér., t. V, p. 132, et 1873, 7e Sér., t. V, p. 239. Description géologique et paléontologique des Pyrénées de la Haute-Garonne. Toulouse, 1881.

(4) Doumerc : *Recueil de la Soc. des Sciences. Belles-Lettres et Arts de Tarn-et-Garonne*, 1882.

(5) Boule : *Bull. des services de la Carte géologique de la France*, n° 43, t. VI, 1894-95.

(6) Les indications d'âge géologique des terrains sur lesquels reposent les alluvions, p. 533 et 535 de la note en question, doivent être considérées comme approximatives et n'ont d'autre but que de montrer que ces terrains constituent le vieux-fond du fleuve.

amont, les alluvions ne descendent pas au-dessous des affouillements actuels, ce qui prouve que la Garonne y est maintenant à son maximum de creusement. Mes indications s'étendaient jusqu'à Marmande, à 180 kilomètres de la mer. J'ai cherché depuis à les compléter de Marmande jusqu'aux Pyrénées et je me suis procuré dans ce but, pour la partie comprise entre Marmande et Montréjeau, des renseignements sur le niveau du vieux-fond à l'emplacement des fondations de 22 ponts et en beaucoup d'autres points. Il suffira de les résumer.

Entre Marmande et les environs de Cazères (à 60 kilomètres environ en amont de Toulouse), le vieux-fond est de la marne oligocène ou miocène. Il est en général à moins de 5 mètres sous l'étiage, mais atteint exceptionnellement 7 et 8 mètres. La profondeur de l'eau est très variable : elle est, en quelques points, de 5 mètres sous l'étiage et elle atteint à Tonneins et à Nicole, $7^{m}50$; à Toulouse, dans la retenue du barrage du Bazacle, jusqu'à 8 mètres ; à Palaminy, près de Cazères, $7^{m}50$ (1). En beaucoup d'endroits le vieux-fond est à nu sans aucun recouvrement d'alluvions. On doit donc conclure que, aussi entre Marmande et les environs de Cazères, la vallée de la Garonne est maintenant au maximum de creusement qu'elle ait jamais atteint.

Je n'ose conclure de même pour toute la partie comprise entre les environs de Cazères et ceux de Montréjeau, partie où le vieux-fond est formé de roches calcaires bien plus résistantes. En effet, la pile gauche du pont-route à trois arches de Miramont, près de Saint-Gaudens, a été descendue à l'air comprimé jusqu'à 16 mètres sous l'étiage, dans du gravier à gros cailloux, sans rencontrer le vieux-fond. Cette très grande profondeur contraste avec celle atteinte au même point par la terrible crue de 1875, car les ruines de l'ancien pont, détruit par cette crue, n'ont été rencontrées que jusqu'à 5 mètres. La pente rapide du rocher sur la berge droite et jusqu'à la pile droite, où le rocher est à 14 mètres sous l'étiage, peut faire supposer que le niveau du vieux-fond est bien au-dessous des 16 mètres, non seulement à la pile gauche, mais encore au delà, dans la plaine d'alluvions qui forme la rive gauche. Le rocher que l'on a trouvé, à 14 mètres, à la pile droite, est en bancs verticaux

(1) Il y a 13 mètres d'eau au pied du barrage du Bazacle, à Toulouse, et le vieux-fond y est encore plus bas ; mais c'est un cas anormal, dû à la chute de $4^{m}50$ de hauteur que produit ce barrage. Ce barrage relevant le niveau de l'eau dans la traversée de la ville de Toulouse, située en amont, j'ai réduit en conséquence les profondeurs de vieux-fond ainsi influencées.

dont les intervalles, jadis affouillés, sont remplis de sable et de cailloux. Il semble donc que, à Miramont, la Garonne n'est pas actuellement à son maximum de creusement, mais qu'elle s'est remblayée. Il en serait autrement si elle avait réussi à détruire les bancs calcaires qui relèvent son lit à quelques kilomètres en aval.

Magnan a cité, d'après M. Alem, agent des Ponts et Chaussées, un sondage fort intéressant qui a été exécuté à quelques kilomètres en amont de Montréjeau, dans la plaine de Loures, pour la construction du chemin de fer. On y a trouvé 4 mètres de gravier reposant sur 20 mètres de vase, sans atteindre le vieux-fond. La plaine de Loures est, d'après cela, un ancien lac comblé. M. Boule en attribue la formation au barrage créé par la moraine frontale d'un glacier quaternaire, entre Loures et Montréjeau (1).

II

Dans la partie comprise entre Toulouse et Cazères, dont je m'occuperai d'une manière plus spéciale, la marne tertiaire constitue non-seulement le vieux-fond de la Garonne, mais aussi les vieux-bords de la vallée. La Garonne y coule actuellement tout à fait à droite de la vallée, en rongeant les coteaux marneux de ce côté,

(1) *Soc. d'Hist. nat. de Toulouse*, 1871, t. VI, p. 236. M. Alem m'a écrit dernièrement qu'il s'agit, non d'un seul sondage, mais de trois, répondant à cette même description, et exécutés : deux, à l'emplacement des culées du pont du chemin de fer sur la Garonne, dit pont de Labroquère, à un kilomètre et demi en aval de la gare de Loures ; le troisième, à 300 m. environ au delà, vers Montréjeau.

Je puis citer encore, dans les limites des glaciers quaternaires de la même région, mais dans une autre vallée, celle de l'Ariège, un point où les alluvions ont une grande épaisseur. C'est l'extrémité aval de la plaine de Tarascon-sur-Ariège. Un sondage exécuté en rivière, à 20 mètres environ de la rive droite, à côté de la pile du pont du chemin de fer, a donné, à partir de l'étiage (d'altitude 461 m. 23), les couches suivantes :

Gravier à cailloux granitiques avec fragments de scories . .	1m 82
Sable bleuâtre, impalpable, vaseux et gras	8m 68
Gravier à cailloux anguleux dont beaucoup sont calcaires . .	1m 05
Sable fin pur.	2m 00
Gravier.	3m 35
Sable fin vaseux	1m 75
(Fond de rocher granitique de même nature que la rive).	
Epaisseur totale des alluvions depuis l'étiage jusqu'au vieux-fond	18m 65

La partie tout à fait supérieure est constituée par les alluvions actuelles : ses fragments de scories proviennent des usines métallurgiques de Tarascon. Puis viennent un remplissage de lac et une moraine.

tandis qu'elle a laissé à sa gauche, dans tout le reste de la vallée, des nappes de gravier étagées sur la marne à divers niveaux. Leymerie a publié une coupe de la vallée de la Garonne, à Toulouse, faisant ressortir cette situation. C'est plutôt un schéma. La coupe ci-jointe, fig. 1, est une coupe réelle : c'est le profil du terrain suivant le chemin de fer de Toulouse à Auch.

A droite, on traverse le coteau marneux que longe la Garonne. En ce point, il est très peu élevé, à cause d'une dépression dont le

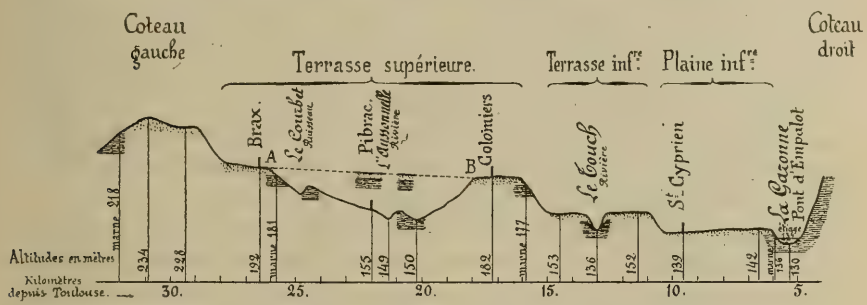


Fig. 1. — Chemin de fer de Toulouse à Auch. Profil du terrain à la traversée de la vallée de la Garonne, à Toulouse. Les points indiquent les nappes de gravier — les hachures horizontales, la marne tertiaire, là où elle est apparente à la surface du sol ou dans les tranchées — A B, le bord de la terrasse supérieure, le long du Courbet et de l'Aussonnelle.

Echelles : Longueurs $\frac{1}{300.000}$, hauteurs $\frac{1}{6.000}$.

chemin de fer a profité. Puis aussitôt on franchit la Garonne, dont le lit est formé de gravier reposant sur le vieux-fond de marne qui est situé à 3 et 4 mètres sous l'étiage. La marne se relève au-dessus de l'eau dès le bord de l'autre rive et elle y est recouverte d'une nappe de gravier qui forme ainsi, jusqu'à la gare de Saint-Cyprien, faubourg de Toulouse, une plaine de 3 kilomètres de largeur (1), située à 7 mètres environ au-dessus de l'étiage et inondée par les fortes crues. Puis le terrain se relève et forme une deuxième plaine de gravier, de 4 kilomètres de largeur, dont le niveau est de 13 ou 14 mètres supérieur à celui de la première. C'est la terrasse inférieure de Leymerie. Le ruisseau le Touch y a creusé son lit à travers le gravier jusqu'à plusieurs mètres dans la marne, sur 7 kilomètres

(1) Cette largeur semble plus grande d'après les kilomètres indiqués sur la fig. 1. C'est à cause d'une sinuosité du chemin de fer qui descend la vallée sur environ 2 kilomètres.

de longueur, faisant ainsi bien ressortir que cette plaine est constituée par une nappe de gravier reposant sur la marne. On trouve ensuite une troisième plaine, la terrasse supérieure de Leymerie, de 10 kilomètres de largeur, dont le bord, à Colomiers, est à 29 mètres au-dessus de la seconde, mais qui, plus à gauche, vers Brax, s'élève à une dizaine de mètres plus haut. Cette terrasse est profondément coupée par le vallon de l'Aussonnelle et par celui de son affluent le Courbet. Le chemin de fer descend dans ces vallons, près de leur confluent, les suit sur une certaine longueur et remonte de l'autre côté. La coupe effectuée par ces vallons fait ressortir que cette terrasse, comme les deux autres plaines, est formée par une nappe de gravier reposant sur la marne. Enfin, à 40 mètres environ au-dessus de cette terrasse supérieure, se trouve le sommet du coteau qui limite la vallée de la Garonne à gauche. Ce sommet est formé de gravier qui repose sur la marne que l'on voit apparaître à la descente sur l'autre versant, au kilomètre 32.

La surface même de la plaine inférieure est moins du gravier que de la terre due, non seulement à la décomposition du gravier, mais aussi au dépôt laissé par les grandes crues de la Garonne, qui débordent sur cette plaine, et à l'apport amené, de la terrasse inférieure, par le ruissellement des eaux pluviales. De même, la surface des deux terrasses et plus particulièrement de la terrasse supérieure (à Colomiers et surtout à Brax) est généralement formée de terre. Ce fait est très marqué au pied des talus qui limitent à gauche la plaine inférieure et les terrasses, ce qui montre bien l'influence du ruissellement. Toute la surface de ces talus et celle des vallons est d'ailleurs formée de terre mêlée, par endroits, de cailloux.

La coupe de la vallée est la même dans tout le reste de la portion de Toulouse à Cazères, sauf que les hauteurs relatives des nappes de gravier entre elles et avec la Garonne varient un peu. Ainsi, la plaine inférieure y est au-dessus des plus fortes crues.

III

Les graviers de ces divers niveaux ont eu, au moment de leur dépôt, la même composition que les graviers actuels de la Garonne, mais ils ont subi depuis des altérations consistant en pourriture d'un certain nombre de cailloux (granitiques et schisteux) et du sable tendant à les transformer en argile. Ces altérations sont d'autant plus grandes que le niveau est plus élévé. Ainsi, le gravier que

l'on a extrait de la plaine inférieure au kilomètre 8, et même celui que l'on a extrait du bord de la terrasse inférieure au kilomètre 11, ont été jugés suffisants pour la construction de la voie de ce chemin de fer, bien que de qualité très inférieure à celle du gravier, à cailloux et sable parfaitement sains, du lit de la Garonne. Mais la couche de gravier de 6 mètres d'épaisseur qui est exploitée vis-à-vis de Pibrac, au-dessus du kilomètre 22, dans la terrasse supérieure, est dans un état de décomposition plus avancé, et ses cailloux, utilisés à l'entretien des chemins vicinaux, doivent subir d'abord un triage qui en élimine une proportion importante. Le gravier qui règne au sommet du coteau, près du kilomètre 32, est dans un état de décomposition encore plus complet : c'est un mélange d'argile jaune avec de nombreux cailloux extrêmement pourris et quelques cailloux peu altérés. Cette progression dans la décomposition des graviers montre que, plus leur niveau est élevé, et plus ils sont anciens. La Garonne a donc toujours creusé sa vallée, elle y a coulé à un niveau de plus en plus bas et rien ne peut faire supposer que ce phénomène ait jamais alterné avec un comblement de la vallée par les alluvions.

Bien que, à Toulouse, le sable charrié actuellement par la Garonne contienne une certaine proportion de calcaire, manifestée par une effervescence assez vive avec l'acide azotique, cependant le sable des graviers de ces quatre niveaux manque de calcaire. Même le plus récent, celui de la plaine inférieure, recueilli dans l'exploitation du kilomètre 8, ne fait aucune effervescence avec l'acide azotique et ce n'est pas une exception, car il en est de même du sable que j'ai recueilli à Carbonne, à 40 kilomètres en amont, dans les exploitations de la plaine inférieure, bien que le sable que la Garonne charrie actuellement à côté contienne une proportion de calcaire plus forte qu'à Toulouse. On ne doit donc pas être surpris que les graviers de la plaine inférieure aient donné peu d'ossements (1) et que les graviers des autres niveaux, plus anciens, n'en aient jamais donné : les ossements ont été dissous par les eaux de pluie et d'infiltration, avides de calcaire.

Il y a quelques années, on m'a cédé une dent d'*Elephas primigenius* trouvée à Cornebarieu, village situé près de Toulouse, à la limite de la terrasse inférieure et de la terrasse supérieure. Mais,

(1) Des dents d'*Elephas primigenius*, environs de Toulouse, d'où M. Boule a conclu que, au temps où régnait cet Eléphant, la vallée était creusée presque jusqu'à son niveau actuel.

vérification faite, elle provenait des alluvions moins anciennes d'un ruisseau qui a creusé son lit dans ces terrasses.

C'est sans doute à ce manque de calcaire qu'est due l'absence, dans les alluvions de la région toulousaine, de restes d'animaux quaternaires relativement anciens, par exemple d'*Elephas antiquus*. J'ai remarqué que les graviers de Saint-Amant-de-Graves, vallée de la Charente, qui ont donné de nombreuses molaires de cet Eléphant à MM. Germain et Chauvet, sont formés, pour les deux tiers, de fragments de calcaire.

IV

On admet comme un axiome que les cailloux de ces quatre niveaux de graviers sont plus gros que les cailloux charriés actuellement par la Garonne. Après de nombreuses courses dans la partie comprise entre Toulouse et Cazères et un peu plus en amont jusqu'à Saint-Martory, je suis obligé de conclure qu'ils ne sont pas plus gros. Dans les tranchées de la portion de chemin de fer dont j'ai utilisé le profil, fig. 1, dans les exploitations voisines, dans les champs des environs, j'ai vu seulement des cailloux de même volume que ceux qui forment les graviers de la Garonne actuelle, au pont d'Empalot, où ce chemin de fer la traverse. Ces cailloux, qui proviennent tous des Pyrénées, sont rarement de la grosseur de la tête ; ils sont plus fréquemment de celle des deux poings ou d'un seul ; généralement plus petits. Les plus volumineux ont été extraits d'un champ situé entre les kilomètres 18 et 19, par un défonçage profond à la charrue à vapeur : le volume du plus gros était $\frac{1}{130}$ de mètre cube (quartzite vert, dimensions: $0^m 50 — 0^m 16 — 0^m 19$) (1). Mais plusieurs cailloux des alluvions actuelles de la Garonne, que j'ai mesurés sur un gravier, un peu en amont d'Empalot, étaient encore plus gros : ainsi l'un d'eux avait $\frac{1}{70}$ de mètre cube (quartzite vert: 0,50 — 0,25 — 0,24). Tous ces très gros cailloux des alluvions soit anciennes, soit actuelles, sont en quartzites et en quartz à l'exclusion du granite qui forme cependant beaucoup de cailloux plus petits (près de la moitié à Empalot). C'est parce que ces quartzites et quartz sont bien plus durs que les granites et que, ainsi, l'usure résultant de leur transport des Pyrénées à Toulouse les a

(1) J'ai admis que le volume des cailloux peut être calculé comme s'ils avaient la forme d'ellipsoïdes, c'est-à-dire que le volume d'un caillou est égal approximativement à la moitié du produit de ses trois plus grandes dimensions rectangulaires ($= \frac{1}{2}$ longueur $\times$ largeur $\times$ épaisseur).

moins réduits. C'est aussi parce que le transport de la plupart des gros cailloux a été fait en deux fois : la Garonne les a acquis par corrosion de ses berges où elle les avait abandonnés à d'autres époques, des milliers d'années avant, pendant lesquelles beaucoup de cailloux granitiques avaient subi une pourriture les rendant incapables de supporter ce nouveau transport (1).

La Garonne peut transporter des blocs beaucoup plus gros. Tous les riverains sont d'accord à ce sujet. J'ai mesuré à Empalot, sur des graviers du lit de la Garonne, des blocs de marne dure qui avaient été charriés sur plusieurs centaines de mètres et dont les plus gros atteignaient $\frac{1}{15}$ de mètre cube, c'est-à-dire cinq fois le volume du plus gros caillou. A Pinsaguel, 8 kilomètres en amont d'Empalot, la crue de 1875 a transporté sur 175 mètres une pierre de taille d'environ $\frac{2}{3}$ de mètre cube, provenant des ruines du pont

(1) A Toulouse les cailloux de toutes dimensions des alluvions anciennes et actuelles proviennent de la partie centrale des Pyrénées. Les cailloux de la partie latérale, qui est calcaire, et ceux de la région sous-pyrénéenne, qui est marneuse, ont été usés complètement par leur charriage avant d'arriver à Toulouse.

Beaucoup des cailloux de quartzites sont verts avec veines blanches et proviennent surtout de la vallée de la Neste. Ils ont été charriés sur un parcours de 150 kilom. pour arriver de leurs gisements d'origine jusqu'à Toulouse. J'ai trouvé aussi beaucoup de cailloux de quartzite vert à veines blanches, en draguant 130.000 mètres cubes de gravier dans la Garonne, à Golfech, 20 kilomètres en aval du confluent du Tarn, 100 kilomètres en aval de Toulouse, mais ils étaient moins volumineux, le plus gros n'ayant que $\frac{1}{160}$ de mètre cube (0,43 — 0,17 — 0,17). M. Doumerc, qui connaît si bien les alluvions du Tarn, m'a dit que cette rivière ne charrie pas de cailloux de ce quartzite. Ces cailloux proviennent des Pyrénées. La diminution de leur volume est due à leur usure par le charriage. Elle n'est pas due à ce que la Garonne aurait laissé en amont tous les cailloux plus gros, faute d'avoir la force de les transporter, car le même dragage m'a donné d'énormes cailloux atteignant jusqu'à $\frac{1}{20}$ de mètre cube, ainsi par exemple : amphibolite, dimensions (0,57 — 0,41 — 0,40) — quartzite blanc (0,56 — 0,50 — 0,35) — quartzite blanc (0,59 — 0,36 — 0, 37) — porphyre (0,57 — 0,32 — 0,30) — quartz haché (0,55 — 0,45 — 0,22) — granite pourri (0,45 — 0,27 — 0,28) ; etc. Ces énormes cailloux ont été amenés à la Garonne par le Tarn. M. Doumerc m'a dit qu'on en trouve d'aussi gros dans les alluvions anciennes du Tarn, à Montauban.

Je pense que, à Langon (limite de la marée), à 110 ou 120 kilomètres en aval de Golfech, le volume des cailloux de quartzite vert les plus gros, doit encore dépasser celui du poing. Quoi qu'il en soit, dans les rares excursions que j'ai faites aux environs de Bordeaux, j'ai trouvé des cailloux de cette nature dans des carrières de gravier des communes de Saint-Médard-d'Eyrans et Talence, c'est-à-dire à 400 kilomètres de leurs gisements d'origine.

L'Adour reçoit des cailloux de quartzite vert de l'Arros, qui les a acquis du plateau de Lannemezan, formé par la Neste, de sorte que les alluvions de l'Adour contiennent quelques cailloux de la Neste, bien que cette rivière soit un affluent de la Garonne.

de la route : c'est près de cinquante fois le volume du plus gros caillou.

De même, aux environs de Cazères et Saint-Martory, j'ai mesuré sur des graviers du lit de la Garonne, des cailloux atteignant jusqu'à $\frac{1}{20}$ et même $\frac{1}{15}$ de mètre cube (ainsi, à Saint-Julien, caillou de quartzite vert, ayant pour dimensions 0,78 — 0,43 — 0,33 ; à Mancioux, quartzite vert 0,76 — 0,42 — 0,38 ; à Saint-Martory, quartzite vert 0,85 — 0,51 — 0,30). Presque tous les très gros cailloux sont en quartzites, quelques-uns sont en quartz, presque aucun n'est en granite. Je n'ai pas su voir de cailloux plus gros (ni même aussi gros) dans les alluvions anciennes des environs. Par contre, j'ai mesuré, en Garonne, des blocs d'enrochements, provenant de barrages, qui avaient été charriés sur plusieurs centaines de mètres et dont le volume atteignait $\frac{1}{2}$ et même un mètre cube. A Saint-Julien, 7 kilomètres en aval de Cazères, la crue de 1875 a transporté deux blocs de maçonnerie de plus de un mètre cube chacun, provenant des ruines du pont suspendu, l'un sur 200 mètres, l'autre sur 230 mètres. Leur volume était encore plus grand au départ, car il a certainement diminué au cours de ce transport.

Tous ces faits sont très concordants. Ils prouvent que, dans la partie dont je me suis spécialement occupé, de Toulouse à Cazères, la grosseur des plus gros cailloux charriés actuellement par la Garonne est limitée, moins par la puissance de cette rivière, que par l'usure subie dans leur transport depuis les Pyrénées.

Il faut une grande crue pour transporter les gros blocs, mais des exemples extrêmement nombreux montrent que des crues ordinaires suffisent, sauf ces rares exceptions, pour la totalité des alluvions. Ainsi, 62.000 mètres cubes de gravier, extraits d'un banc de la Garonne, à Empalot, en 1887, étaient complètement reconstitués, et au delà, trois ans après, bien que, dans cet intervalle, il n'y ait pas eu de crue extraordinaire.

Les cailloux des alluvions anciennes n'étant pas plus gros, on voit que, à chacune des époques indiquées par les diverses plaines d'alluvions, la Garonne devait très facilement déplacer ses graviers. Le courant de la Garonne est souvent fort rapide (1). Il l'était aussi

(1) Du confluent du Salat, situé à quelques kilomètres en amont de Cazères, jusqu'à Empalot, près Toulouse, l'étiage de la Garonne passe de l'altitude 259 m. à l'altitude 134 m. (cotes aux ponts du chemin de fer), d'où une différence de niveau de 125 m., tandis que la distance de ces deux points est 62 kilom. suivant la vallée (d'après le kilométrage du chemin de fer), et 76 kilom. suivant les sinuosités de la rivière (d'après le kilométrage de la Garonne). La pente moyenne par mètre est donc 2 millimètres suivant la vallée et 1,6 suivant les sinuosités de la Garonne.

et bien plus fréquemment pendant ces époques à pluies abondantes. Or, la mobilité des berges et la vitesse du courant amènent la divagation de la rivière. Un courant rapide est vivement dévié par un petit obstacle, par un petit changement de direction du lit et va frapper la berge avec violence. Si cette berge est formée de matériaux faciles à entraîner, elle est corrodée. Les sinuosités s'accentuent et se déplacent. La rivière change constamment de lit et arrive à occuper successivement toute la plaine. C'est ce qui a eu lieu aux époques en question. C'est pour cela que les terrasses et la plaine inférieure sont constituées chacune par une nappe de gravier très large et sans pente transversale.

L'abondance des alluvions a sans doute favorisé ces divagations. Les pluies diluviennes ont fait descendre des montagnes et coteaux qui dominent la Garonne, d'immenses quantités de matériaux dont beaucoup d'un volume suffisant pour pouvoir subir un long charriage sans être détruits par l'usure. Les glaciers, que ces pluies tombées en neige dans la haute montagne avaient énormément développés, ont transporté, bien avant dans la vallée, de grandes masses de matériaux dont beaucoup aussi étaient de gros volume. La Garonne a été encombrée d'alluvions jusque bien loin de leurs gisements d'origine. Elle a eu par suite une certaine tendance à les abandonner, une certaine tendance à remblayer son lit, tendance qui a contribué à la faire changer de lit, à la faire divaguer.

La faible épaisseur des alluvions de la plaine inférieure et des terrasses montre que la Garonne a cependant emporté la presque totalité des matériaux qu'elle recevait de l'amont, du moins entre Cazères et Toulouse. Cette conclusion ne s'applique pas aux graviers qui couronnent les coteaux de gauche, car ils ont une épaisseur considérable, du moins près des Pyrénées : la rivière de cette époque n'a donc pu transporter tout le volume de matériaux qu'elle recevait, elle en a accumulé une partie en épaisseur.

V

Ainsi que je l'ai exposé, le vieux-fond de la Garonne est à nu en bien des points pendant les basses eaux. Les affouillements le mettent à nu en bien d'autres points pendant les crues. On doit donc admettre que le frottement des eaux et celui des graviers qu'elles charrient usent le vieux-fond de marne et que ce vieux-fond va sans cesse s'abaissant et entraîne avec lui le niveau des bancs de gravier et celui des eaux. Lorsque la Garonne divaguait

sur les terrasses ou dans la plaine inférieure, elle usait successivement le fond de marne à chaque emplacement qu'elle occupait, quand ses affouillements l'atteignaient. Elle l'usait donc, bien à la longue, sur toute la largeur de la plaine, qui ainsi s'abaissait tout entière très lentement sans acquérir de pente transversale. En quelques points, cependant, la limite de la plaine finissait par être abandonnée par la rivière et demeurait à un niveau plus élevé que le reste, en s'y raccordant généralement d'une manière insensible. Mais ces changements locaux et continus dans les divagations ne peuvent suffire à expliquer pourquoi il y a, sur une si grande étendue, deux terrasses et une plaine inférieure avec passage brusque et profond de chacune à la suivante et de la plus basse au lit actuel de la rivière. On a supposé que chacun de ces passages avait été causé par une ou plusieurs crues d'une puissance tout à fait extraordinaire, ayant amené le creusement immédiat du fond de marne d'une plaine sur toute la largeur et toute la profondeur de la plaine suivante. On a expliqué ces crues par une fonte finale des glaciers. Le lit actuel serait le résultat de la dernière grande crue. Ces théories me paraissent sujettes à objections. Il n'est pas certain, bien s'en faut, que la fonte des glaciers, à la fin de chaque époque glaciaire, ait provoqué une sorte de déluge. Ainsi, l'on sait que les glaciers contemporains de la plaine inférieure, à *Elephas primigenius*, ont disparu parce que le climat, qui était froid et humide, est devenu froid et sec. La glace n'a pas fondu plus vite qu'avant, mais elle a cessé d'être reconstituée et, par suite, les glaciers ont diminué sans que cette fusion ait augmenté leurs rivières. D'ailleurs, certaines vallées, celles du Tarn par exemple, qui n'ont pas eu de glaciers, sont de même profondément creusées par gradins dans la marne. Enfin, si une crue extraordinaire avait creusé un lit, elle lui aurait donné des formes transversales et longitudinales très irrégulières : elle ne l'aurait pas creusé sous la forme de plaine. L'explication suivante me paraît mieux concorder avec les faits. Chacune des périodes pluvieuses qui ont déterminé les plaines de gravier a été suivie d'une période de sécheresse relative : les crues sont devenues moins grandes ; — elles sont devenues moins fréquentes, ce qui a favorisé la consolidation des berges et des bancs de gravier par la végétation ; — la Garonne a moins divagué : elle a fixé son lit ; — les pluies étant beaucoup moins fortes, n'ont entraîné des pentes que des matériaux peu abondants et de moindre volume, bientôt détruits par le charriage ; — les glaciers ont beaucoup reculé : le transport de

matériaux qu'ils faisaient a donc cessé; — les dépressions abandonnées par les glaciers, telles que le lac de Loures que j'ai cité plus haut, ont arrêté les alluvions d'amont ; — la Garonne, recevant peu de matériaux de ses berges et peu de l'amont, a déblayé son lit et a mis davantage à nu le fond de marne ; — elle a usé ce fond sur une moindre largeur et s'est creusé dans la plaine un lit plus étroit qui est devenu d'autant plus fixe qu'il s'encaissait davantage dans la marne. Lorsque ensuite une nouvelle période pluvieuse est survenue, la Garonne a vivement attaqué ses berges de marne, elle a élargi son lit, elle a divagué et a formé ainsi une nouvelle plaine de gravier séparée par un talus raide et élevé de la plaine créée par la période pluvieuse précédente.

Pour comprendre comment la Garonne d'autrefois s'est élargie aux dépens de ses berges de marne, il est intéressant d'examiner comment les choses se passent avec la Garonne d'aujourd'hui. Entre Cazères et Toulouse, la Garonne a creusé son lit dans la plaine inférieure, tout à fait à droite de cette plaine, le long des coteaux qui bordent la vallée. Au coude de chacune de ses sinuosités, elle ronge sa rive concave. Celle-ci est formée : du côté gauche, par un talus de marne s'élevant généralement à une dizaine de mètres au-dessus de l'étiage et surmonté d'une petite couche de gravier de la plaine; du côté droit, par le coteau entièrement marneux et dont la hauteur dépasse par endroits 100 mètres. La marne s'effrite par la gelée et les autres intempéries. Cet effet agit surtout un peu au-dessus des basses eaux, parce que la marne y est maintenue humide par le voisinage de l'eau et par les petites crues, et il produit ainsi le surplomb et la chute de la partie supérieure. En général, la berge de marne change brusquement d'inclinaison au niveau des basses eaux : presque verticale au-dessus de ce niveau, par suite de l'action que je viens d'indiquer, elle est presque horizontale à ce niveau même et au-dessous, parce qu'elle y est protégée par son immersion dans la rivière et aussi, en bien des endroits, parce qu'elle y est formée d'une couche de marne dure qui limite l'une des étapes du creusement du lit. Mais une cause plus importante de recul de ces talus est leur éboulement lorsqu'ils sont imbibés d'eau par la pluie. Il est vrai que les talus de gauche s'éboulent peu parce qu'ils n'ont qu'une faible hauteur et parce que, étant orientés vers l'est, ils ne reçoivent pas directement la pluie qui, dans cette région, vient de l'ouest. Mais les talus de droite, créés aux dépens du coteau, sont le théâtre d'éboulements énormes, favorisés par la très grande hauteur de ces talus,

qui atteint et dépasse cinquante mètres, et par leur orientation vers l'ouest, qui leur fait recevoir beaucoup de pluie. La coupe en travers, fig. 2, montre cette situation (1). La berge gauche est

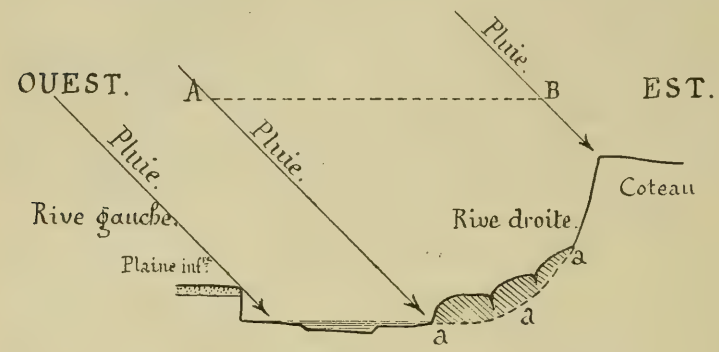


Fig. 2. — Coupe de la Garonne et de ses berges. Echelle $\frac{1}{4.000}$.

verticale : on voit que pas une goutte d'une pluie chassée par le vent ne peut l'atteindre. La berge droite est verticale à sa partie supérieure et elle est formée, dans sa partie inférieure, par une masse de marne (couverte de hachures sur la fig. 2) provenant du glissement de la portion de coteau qui était située plus en avant. Le glissement de cette masse continue, surtout à la suite des pluies, car il est extrêmement favorisé par la grande quantité de pluie qui tombe sur tout ce talus, quantité égale à celle que recevrait une surface horizontale AB, et qui lubréfie la surface de glissement **aaa**. La descente de cette masse dégarnit le pied du talus vertical supérieur. Ce talus devient ainsi plus élevé et s'éboule de nouveau. La masse éboulée, que la descente a disloquée, est facilement enlevée par les crues, au fur et à mesure qu'elle empiète sur la ligne des berges. Seuls, les gros blocs qui proviennent des bancs de marne dure résistent quelque temps. Mais, en peu d'années, les crues du printemps et de l'automne, le soleil de l'été et le froid de l'hiver les désagrègent et ils disparaissent à leur tour. En 1855, à la suite de grandes pluies, un de ces éboulements du coteau s'est produit subitement, à Capens,

(1) Cette coupe est formée d'une demi-coupe sur un sommet de sinuosité à droite et d'une demi-coupe sur un sommet de sinuosité à gauche. J'ai dû la constituer ainsi pour montrer une corrosion à droite et une corrosion à gauche, car, dans une même coupe, la rivière n'attaque pas ses deux berges.

et a complètement barré la Garonne. Mais une forte crue, survenue peu après, a rétabli le lit de la rivière, transportant au loin en aval de gros blocs de marne dure. Cette descente brusque est une exception. Presque toujours, la descente est lente et continue, ce qui favorise l'enlèvement simultané de ses matériaux par la Garonne. Ces mêmes effets ont dû se produire autrefois, mais bien plus développés à cause de l'abondance des pluies. La Garonne a dû trouver plus de résistance dans la berge de gauche, qui s'éboulait peu, que dans la berge de droite, qui s'éboulait beaucoup, et cette différence a pu contribuer à lui faire élargir surtout vers la droite la plaine où elle divaguait.

Quoiqu'il en soit, la rive droite a toujours été corrodée plus que la rive gauche, entre Cazères et Toulouse, et la Garonne de chaque époque y a non seulement enlevé sur sa droite ce qui existait de la plaine de gravier de l'époque précédente, mais encore s'est développée plus à droite aux dépens du coteau. Aussi, est-il peu probable, par exemple, que la Garonne de la terrasse supérieure ait jamais coulé au dessus de l'emplacement occupé par la plaine inférieure. A Muret, le coteau de droite est couronné par une terrasse de gravier de l'Ariège, et cependant il a été corrodé par la Garonne à l'époque de la plaine inférieure, et il est encore corrodé en un point par la Garonne actuelle : la déviation vers la droite a donc été jusqu'à entamer la vallée de l'Ariège et ses alluvions.

Entre Cazères et Toulouse, la Garonne coule actuellement au pied du coteau, tout-à-fait à droite de la plaine inférieure, parce qu'elle s'est fixée contre l'obstacle. On sait que, lorsqu'une rivière rencontre un obstacle résistant, le choc du courant produit des tourbillons et des courants plongeants qui affouillent le lit : le lit est donc plus profond contre l'obstacle, d'où tendance de la rivière à s'y fixer s'il a une certaine longueur. En aval de Toulouse, sur plus de 50 kilomètres, elle s'est fixée contre l'obstacle opposé : elle coule actuellement tout-à-fait à gauche de la plaine, au pied du talus de marne qui supporte la terrasse inférieure.

Les berges de marne entre lesquelles la Garonne s'est encaissée, de Cazères à Toulouse, sont tellement rapprochées que, par endroits leur intervalle n'atteint pas 200 mètres. C'est parce que l'époque actuelle est relativement sèche: elle est surtout, pour cette partie de la Garonne, une époque de creusement. La Garonne sera en époque d'élargissement et créera une plaine de gravier pendant la prochaine époque pluvieuse, que le passé de sa vallée doit faire considérer comme probable.

LE GISEMENT PLÉISTOCÈNE A *CORBICULES* DE CERGY

par **A. LAVILLE** (1).

Dans une note publiée en 1884 (2), M. Dollfus signale la présence à Cergy, près de Pontoise, de *Corbicula fluminalis* Müller, dans un lit de sables gras du *Pléistocène*, dont les sables et graviers étaient alors exploités, dans une grande ballastière, appartenant aujourd'hui à M. Dieudonné, entrepreneur de travaux publics.

La coupe relevée par M. Dollfus et publiée en 1884, dans les Mémoires cités, est sensiblement la même que celle qui nous a été fournie cette année, par une partie de la même gravière.

Pour l'intelligence de ce qui va suivre, nous reproduirons d'abord la coupe que ce géologue a publiée en 1884 :

TV.	Terre végétale	0,10
7.	Limon brunâtre	0,10
6.	Limon caillouteux roux	0,30
5.	Lits sableux avec cailloux moyens	1,50
4.	Lit de sable fin coquillier	0,20
3.	Lit de cailloux et sable grossier	1,00
2.	Gros sable avec gros cailloux	0,60
1.	Poudingue de gros cailloux, ravinement	0,20
	Calcaire grossier inférieur.	

Les Corbicules, objet de cette note, ont été recueillies par l'auteur de cette coupe, dans la couche 4 de sable fin coquillier, en compagnie d'autres coquilles quaternaires terrestres et fluviatiles.

M. Dieudonné nous ayant autorisé à pénètrer dans sa propriété, et, de plus, ayant eu la gracieuseté de nous réserver tout ce qui serait trouvé dans sa gravière, quelques courses faites cette année

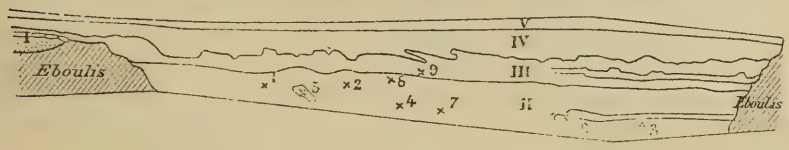
(1) Note présentée à la séance du 4 novembre 1895; manuscrit remis le 25 octobre. Épreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 15 novembre 1895.

(2) *Mém. Soc. roy. malac. de Belgique*, tome XIX, 1884.

à Cergy, nous ont donné des résultats pouvant, joints à ceux obtenus en 1884 par M. Dollfus, aider à compléter l'étude de cet intéressant gisement.

La ballastière entièrement nivelée est, depuis peu d'années, exploitée à nouveau sur une petite étendue, dans sa partie N. N.-E., à environ 25m d'altitude, soit 7m au-dessus du niveau moyen de l'Oise, et offre la coupe suivante :

Coupe prise dans la sablière de Cergy, en mai et en juin 1895.



I. — Lutétien inférieur sableux, avec les fossiles de Chaumont-en-Vexin, couronné par des plaquettes de calcaire glauconieux dur, contenant *Lunulites radiata*, Lamk.

II. — Graviers et gros galets avec quelques lits, souvent obliques, de sable fin, plus ou moins argileux, contenant silex taillés moustiériens, débris de Mammifères, coquilles de Mollusques quaternaires terrestres et d'eau douce et de *Corbicula fluminalis*, Müller 2,20

Dans la partie S. S.-E. de la ballastière, il y a encore 1m de ce gravier sur niveau d'eau, et contenant aussi *Corbicula fluminalis*.

III. — Sable fin un peu argileux, nommé, par les ouvriers, sable à lapin, avec un lit intercalé de galets par place. Ce sont les *sables gras* de M. de Mercey, d'après la coupe de M. Dollfus 1,20

IV. — Graviers et petits galets plats. 1,20

V. — Terre végétale très sableuse. 0,30

Les objets et fossiles recueillis en place par nous sont :

1. Large éclat de silex, dans la couche II, à 3m50 du sol et à 1m sous le *sable gras*.

2. Petite lame de silex, forme magdalénienne, dans la couche II, à 3m du sol et à 1m du *sable gras*.

3. Perçoir taillé sur les deux faces (forme chelléenne) (1), dans la couche II, à 3m90 du sol.

(1) C'est par erreur que nous avons écrit *magdalénienne* dans le *Compte-Rendu* de la séance du 4 Novembre 1895, p. CLXV, ligne 16.

4. *Helix arbustorum* Linné (1), recueilli dans les galets de la couche II par l'ouvrier, devant nous, à $3^{m}90$ du sol.

5. *Limnæa auricularia* Linné, dans un lit oblique de sable fin, au milieu de la couche II, à $3^{m}70$ du sol et à $1^{m}65$ du *sable gras*.

6. Dans les gros galets de la couche II, sable fin, légèrement argileux, pétri de petites coquilles de Mollusques lamellibranches, trop friables pour être recueillies, et de *Bithinia tentaculata* Linné.

Corbicula fluminalis Müller dans toute l'épaisseur de la couche II. L'auteur a recueilli des exemplaires de cette espèce, tantôt dans du sable fin, tantôt dans du gravier moyen et enfin au milieu de gros galets. Les trois variétés signalées par M. Dollfus y sont largement répandues. La plupart des individus sont très bien conservés, plusieurs ont encore un reste de coloration interne. De ces trois variétés, certains échantillons atteignent les dimensions suivantes :

var. *trigonula*, $\frac{L}{H} = \frac{30}{27,5}$;

var. *amnicoides*, $\frac{L}{H} = \frac{28,5}{28}$;

var. *typica*, $\frac{L}{H} = \frac{23}{21,5}$.

Les objets et fossiles recueillis par l'ouvrier sont :

7. Belle lame moustiérienne de $0^{m}116$ de longueur, finement retouchée sur une longueur de $0^{m}06$, recueillie dans la couche II, à 1^{m} du fond de la fouille.

8. *Cervus* sp., de très grande taille, un métatarsien de $0^{m}38$ de longueur, recueilli dans la couche II, immédiatement sous le *sable gras*.

9. *Cervus elaphus* Linné, fragment de bois, recueilli dans la couche III (*sable gras*), tout-à-fait à la base.

10. *Sus*, dent ; recueillie dans la couche II.

11. *Bos priscus* Bojanus (2), dents recueillis dans la couche II.

12. *Equus* sp.? Dents recueillies dans la couche II.

13. *Asinus* sp.? Petite molaire supérieure rapportée à un *Asiné* par M. Boule.

14. *Elephas antiquus* Falconer (3), une molaire de lait recueillie dans la couche II.

(1) Détermination vérifiée par M. Berthelin.
(2) Déterminées par M. Boule.
(3) Détermination vérifiée par M. Boule.

RÉSUMÉ

Dans ce dépôt de Cergy, les Corbicules ont été rencontrées par M. Dollfus, en 1884, dans le sable gras, une des couches supérieures de la gravière ; et, par nous, cette année, dans les graviers des couches inférieures que nous avons réunies en une seule, où nous avons également recueilli : *Elephas antiquus* et des silex moustiériens dont un de forme chelléenne.

ÉTUDES STRATIGRAPHIQUES

SUR LE

MASSIF D'ALLAUCH

par **E. FOURNIER** (1).

Le massif d'Allauch est sans contredit une des régions de la Provence qui mérite le plus d'attirer l'attention du géologue, et principalement du stratigraphe Il semble que la nature se soit complue à accumuler, dans ce petit coin de notre pays, les phénomènes les plus extraordinaires au point de vue stratigraphique : Plis renversés, étirements, recouvrements, failles de décrochement, tout semble venir concourir pour donner à ce massif une physionomie toute particulière.

Le travail de M. Marcel Bertrand (2) est la première étude d'ensemble qui ait été publiée sur cette région. L'abondance et l'exactitude des coupes, l'impartialité et la rigueur de la discussion en font une œuvre remarquable. Si, après la publication d'un travail de cette importance, nous avons persisté dans l'idée de faire paraître nos observations, c'est que nous avons pu constater quelques faits nouveaux qui permettent de donner, en beaucoup de points, une interprétation tout à fait différente de celle admise jusqu'à ce jour.

Limites. — Le massif d'Allauch est limité au nord par une dépression importante qui le sépare des collines de N.-D. des Anges ; à l'est et au sud par la plaine au fond de laquelle coule l'Huveaune, à l'ouest par la route d'Allauch au Logis-Neuf. Au point de vue stratigraphique nous allons voir qu'il se compose d'un

(1) Note présentée à la séance du 4 novembre 1895 ; manuscrit remis le 1er juillet 1895. Epreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 25 Novembre 1895.

Cette note a été rédigée par nous, telle que nous la publions ici, il y a près de trois ans déjà, mais diverses raisons, entre autres un récent voyage d'exploration dans le centre du Caucase, en ont retardé la publication.

(2) Marcel Bertrand : Le Massif d'Allauch. *Bull. des services de la carte géologique*, n° 24, 28 décembre 1892.

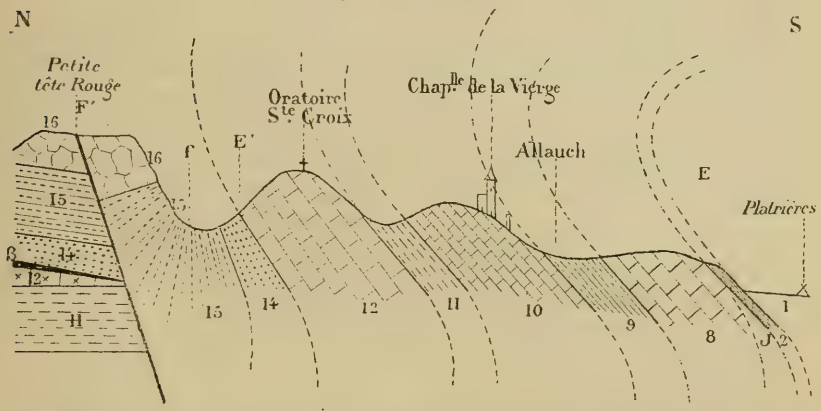
massif central formant un vaste plateau dont la stratigraphie est relativement simple, et d'une bande anticlinale *presque fermée* qui entoure ce massif central. Nous diviserons cette bande en bordures méridionale, orientale, septentrionale, occidentale.

Ce que nous désignons sous le nom de bordure septentrionale, correspond à la limite sud des triangles des Cadets et de Pichauris, du mémoire de M. Bertrand.

I. **Bordure méridionale des moulins d'Allauch à Font-de-Mai.** — Cette bordure est constituée par un anticlinal qui se renverse au nord vers le massif et qui plonge au sud sous une cuvette synclinale comprenant l'Infracrétacé et une partie du Crétacé ; cette cuvette est souvent recouverte par l'Oligocène. En certains points, l'érosion semble l'avoir vidée complètement des couches qu'elle contenait.

Si, en partant des plâtrières d'Allauch, on remonte vers le massif, on observe la coupe suivante :

Fig. 1. — Coupe I.



1. Keuper. — 2. Infralias. — 8. Calcaire blanc à *Heterodiceras*. — 9. Marnes valanginiennes — 10 Calcaire compact du Valanginien et du Néocomien inférieur. — 11. Marnes hauteriviennes et Calcaires à silex. — 12. Urgonien. — 14. Cénomanien. — 15. Turonien. — 16. Sénonien. — f F'. Failles. — E E' Étirement. — J. Jurassique étiré. — β. Bauxite.

Bien que les fossiles ne soient pas très abondants, les recherches que nous avons effectuées dans cette région nous permettent de citer quelques espèces caractéristiques à l'appui de cette coupe. Ainsi la couche 2 contient des *Avicula contorta*, — 9 contient *Nerinea Marcousiana*, *Terebratula pseudojurensis*, *Cardium Voltzii*. — 11 nous a fourni toutes les espèces caractéristiques des marnes hauteri-

viennes : *Terebratula praelonga*, *Toxaster Ricordeanus*, *Ostrea Couloni*, etc., etc. — 12 a donné *Chama ammonia*, *Monopleura trilobata*. — Dans 14, 15 et 16, les fossiles abondent.

Comme on le voit, il y a donc là un anticlinal couché vers le massif et dont le centre est occupé par le Trias. A la faille *E*, correspond l'étirement du Jurassique dans la partie renversée de l'anticlinal. La faille d'étirement *E'* a fait disparaître l'Aptien. — f est une faille de tassement du synclinal turonien et F' est une faille de glissement due à la torsion du synclinal ; cette faille sépare l'anticlinal renversé du massif normal. Nous verrons par la suite que toutes ces failles se maintiennent avec une certaine constance dans toute la bordure anticlinale.

Cette coupe a été donnée pour la première fois par M. Depéret en 1888 (1). Toutes les observations postérieures n'ont fait que la vérifier (2). Seuls MM. Gourret et Gabriel ont figuré là une série normale. Nous avons déjà eu l'occasion de réfuter cette opinion en 1890. Les fossiles que nous venons de citer ci-dessus suffisent d'ailleurs pour démontrer qu'il y a bien renversement.

M. Collot (Bull. S. G. F. XVIII (2) p. 66 a indiqué de l'Urgonien sous les Moulins d'Allauch. Cette interprétation n'est pas admissible. En effet, les calcaires des moulins d'Allauch sont nettement superposés aux marnes vertes du Valanginien (3). Il faudrait alors en conclure que tout le Néocomien a disparu entre le Valanginien et l'Urgonien. En ce cas, les marnes vertes formeraient le substratum d'un anticlinal couché vers le massif et on ne comprendrait pas pourquoi le Trias et l'Infralias viennent se renverser sur le calcaire des moulins, ou bien il faudrait alors admettre qu'il y ait un second anticlinal faillé au sud des moulins, et il deviendrait absolument impossible de raccorder la coupe I avec les autres coupes de la bordure méridionale.

Près de la remise des omnibus on voit une faille qui relève les marnes vertes du Valanginien au niveau des calcaires blancs des moulins. Cette faille est rejetée assez brusquement vers l'O.-N.O., ce qui, comme nous le verrons plus loin, est une conséquence

(1) Depéret. Sur l'existence d'un horizon à faune saumâtre dans le Turonien de Provence. *B. S. G. F.*, 1888, p. 559.

(2) E. Fournier. Esquisse Géologique des environs de Marseille ; Marseille, Achard, 1890. — Bertrand. Loc. cit., 1891. Coupe 1.

(3) De plus, ce prétendu calcaire Urgonien ne contient pas de Chames. Nous n'avons jamais constaté l'absence de ce fossile dans l'Urgonien, même dans celui de l'oratoire de Ste-Croix, que MM. Gourret et Gabriel ont pris pour du Jurassique supérieur.

de la torsion de la bande anticlinale qui forme une boucle autour du massif.

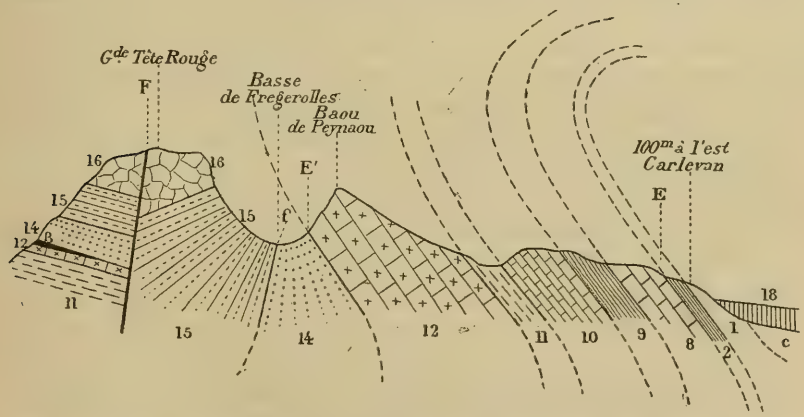
Si l'on suit la limite méridionale de cette bande en se dirigeant vers le château de Carlevan, on constate, à 50 mètres environ à l'ouest de la coupe I, la disparition momentanée de l'Infralias entre le Trias et le Valanginien. Mais bientôt l'Infralias reparaît sous forme de dolomies bréchiformes plaquées contre les marnes valanginiennes qui sont en cet endroit très écrasées et très froissées. Bientôt le calcaire à Diceras reparaît sous l'Infralias. Les Cargneules du Keuper, plaquées sur les couches à *Avicula contorta*, présentent des torsions singulières.

Près du château de Carlevan, l'infralias s'amincit de nouveau et disparaît. A 200 mètres à l'est du château de Carlevan, le calcaire à Diceras s'étire pour la seconde fois, le renversement est en ce point extrêmement accentué et l'on voit le Valanginien plonger, avec une pente de 20 degrés à peine, sous le Keuper.

Si du coteau qui est situé à 100m à l'est de Carlevan on remonte vers le Massif, on observe la coupe suivante qui correspond à peu près à la coupe 2 de M. Bertrand, mais qui a été prise un peu plus à l'ouest, afin de ne pas traverser encore la cuvette synclinale de Montespin.

Fig, 2. — Coupe II.

N.N.E S.S.O.



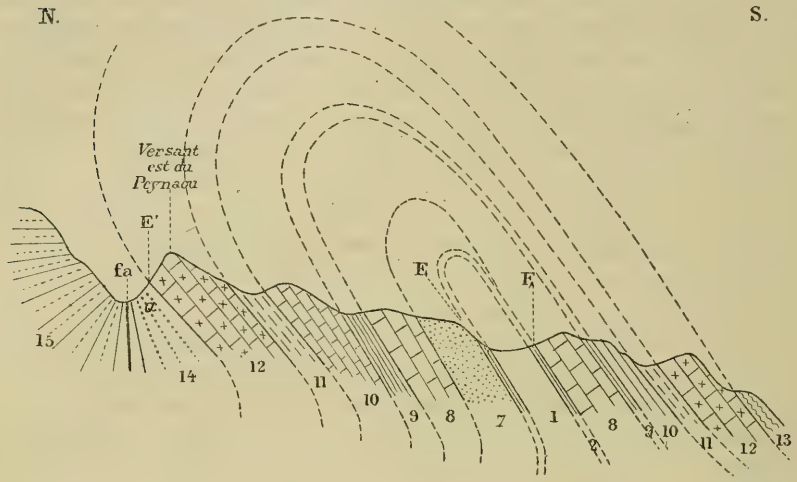
Même légende.— 18. Infratongrien.— c. Cuvette synclinale masquée par le Tertiaire.

Cette coupe est bien la continuation de la coupe I, la position de toutes les failles demeure la même.

Jusqu'ici nous n'avons observé que la partie renversée de l'anti-

clinal. Nous allons voir apparaître maintenant sa partie normale, correspondant au creusement d'une cuvette synclinale au sud de la bande renversée. C'est ce qu'on observe en prenant la coupe aux environs de Montespin.

Fig. 3. — Coupe III.



Même légende. — α. Gisement de fossiles. — F, faille d'étirement dans la partie normale de l'anticlinal correspondant à la faille F. — 13. Aptien.

Un peu plus à l'est, l'Urgonien du chaînon de Peynaou s'amincit lui-même par étirement. En se rapprochant des Escaoupro, on observe dans la partie inférieure de cet escarpement une foule de petits abris sous roche, dont la voûte est constituée par le calcaire à chama et le sol par du crétacé supérieur. L'existence de ces abris est due à la présence de la faille d'étirement E'.

La présence de l'Aptien dans la cuvette synclinale de Montespin, est un fait de la plus haute importance. En effet, puisque l'Aptien existe dans la partie normale de l'anticlinal et qu'il ne reparaît plus ni dans sa partie renversée, ni dans le synclinal qui y fait suite, on serait amené à conclure qu'il a été étiré *partout* où on ne le retrouve plus. En étendant ce raisonnement à tout le massif, on en déduirait que si l'Aptien et même l'Urgonien font défaut dans la série régulière des Escaoupro, c'est qu'ils ont disparu par étirement.

Que cela se soit produit dans la partie renversée de l'anticlinal, qui a été soumise au maximum de friction et de laminage, rien de plus naturel et de plus facile à expliquer. Mais que des étages de

cette puissance aient disparu sur les surfaces considérables de la partie centrale du massif, cela semblerait plus bizarre. Nous croyons devoir plutôt nous ranger à l'opinion de M. Collot (1), qui admet que, depuis la fin de l'époque néocomienne, la partie centrale du massif était recouverte d'une nappe d'eau peu profonde. Nous irions même plus loin, nous admettrions l'émersion du massif dans toute sa partie centrale et septentrionale, au moins pendant la période aptienne. En effet, la surface de contact entre le Cénomanien et le Néocomien supérieur ressemble bien plus à un fond de mer qu'à une surface de friction ; on y trouve des traces de mollusques lithophages. D'ailleurs, l'existence de récifs de chames dans l'Urgonien montre bien qu'il y a une tendance à l'émersion pendant toute cette période. Cette tendance paraît s'accentuer encore bien davantage dans le Crétacé supérieur où l'on ne tarde pas à voir apparaître les faciès saumâtre et d'eau douce.

Ces phénomènes d'émersion ont joué un grand rôle dans la distribution des dépôts, non seulement dans le massif d'Allauch, mais dans les grandes chaînes de la Nerthe, de l'Étoile de N.-D. des Anges et de la Sainte-Beaume, et ce rôle n'a pas été jusqu'ici suffisamment mis en lumière.

Sans vouloir diminuer l'importance des étirements dans les lacunes stratigraphiques, il nous semble néanmoins que si quelques-unes de ces lacunes ont une origine purement mécanique, il en est qui peuvent être expliquées par des phénomènes d'émersion. Les grandes chaînes anticlinales de nos environs ont commencé à se plisser et à émerger à une époque bien plus ancienne qu'on ne se le figure généralement. Ainsi les chaînes de l'Etoile, d'Allauch, de la Ste-Baume, ont dû commencer à se plisser au début de l'époque aptienne ; Carpiagne, la Tête Puget, Marseilleveyre, N.-D. de la Garde et la Nerthe étaient déjà dessinées à l'époque turonienne. Enfin dès l'époque danienne, toute communication était interrompue entre le bassin de Marseille et celui d'Aix.

La présence de l'Aptien dans la cuvette synclinale de la bordure méridionale nous permet de montrer les relations de cette bordure avec le grand massif anticlinal de Carpiagne-St-Cyr et de la Tête de Puget. L'existence du Cénomanien et du Turonien à Chapelette et un peu au nord du village d'Eoures vient encore à l'appui du raccord que nous indiquons dans la coupe IV, car ce même Cénomanien et ce même Turonien se retrouvent à la Penne, au N.-E. du Massif de Carpiagne-St-Cyr.

(1) Collot : *B. S. G. F.* (3), XVIII, p. 66.

La série de Carpiagne-St-Cyr et de la Tête de Puget est très régulière, néanmoins on y constate des étirements dans la partie septentrionale surtout, où le Néocomien et le Valanginien sont très réduits. Au sud, c'est la dolomie qui présente un amincissement qui est compensé par un développement considérable du calcaire à Diceras.

Le Massif triasique St-Julien situé entre l'anticlinal d'Allauch et celui de Carpiagne a servi de dôme de laminage. Toutes les couches supérieures à l'Infralias ont dû venir s'écraser contre lui et se rompre dans la partie centrale pour laisser pointer le Trias et l'Infralias. L'érosion a complété l'œuvre de l'étirement en achevant de dénuder le dôme de St-Julien. Schématiquement, les plis de la coupe IV ont pris successivement les formes indiquées dans la fig. 5.

L'Infralias de Saint-Julien est séparé de la cuvette synclinale crétacée de Montespin par une bande d'Oligocène. En certains points (non loin de l'aqueduc de la

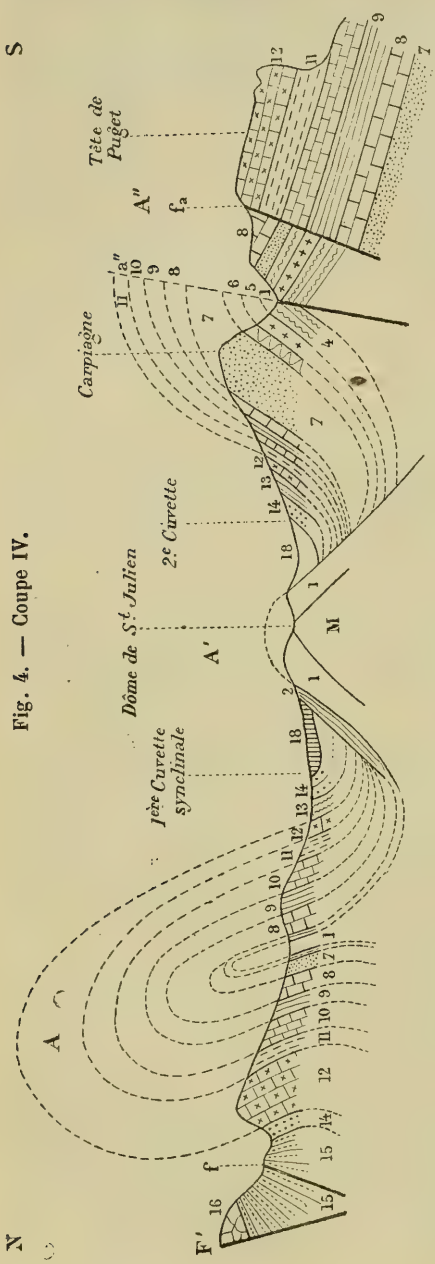


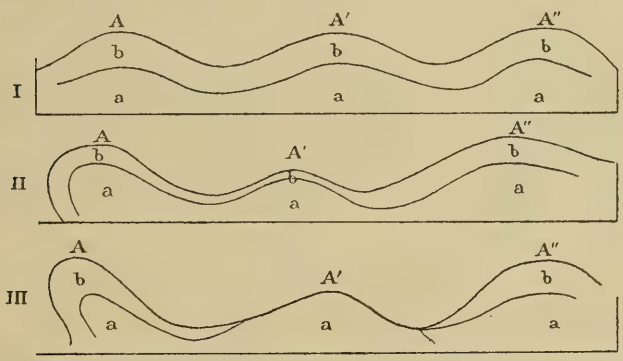
Fig. 4. — Coupe IV.

Même légende. — M. Muschelkalk. — 4. Bajocien. — 5. Bathonien et Callovien. — 6. Oxfordien. — 7. Dolomies du Jurassique supérieur. — 13. Aptien. — A. Anticlinal d'Allauch. — A'. Dôme de laminage de St-Julien. — A". Anticlinal de Carpiagne et de la Tête de Puget. — a". fracture anticlinale. — fa. faille de glissement.

route des Camoins, par exemple) cet Infralias est rejeté sur l'Oligocène. Le massif a donc subi des mouvements importants postérieurs à l'époque tongrienne. Nous constaterons le même fait sur la bordure est.

Au N.-E. de Montespin on voit le Trias décrire une boucle très resserrée, dont la convexité est tournée vers le sud. Cette boucle embrasse exactement tous les contours du massif, même les plus sinueux. On voit même des placages triasiques à une grande hauteur sur le Jurassique et l'Infracrétacé.

Fig. 5.



a. Trias et Infralias ; b, Jurassique et Crétacé ; A. Anticlinal d'Allauch ; A'. Anticlinal de St-Julien ; A". Anticlinal de Carpiagne.

Près du four à plâtre, au nord de Martelleine, ce Trias surmonte directement les Marnes néocomiennes, celles-ci forment une sorte de boucle en S très tordue, qui est séparée par une faille des couches valanginiennes, formant la base des Escaoupro. A Martelleine on voit reparaître au-dessus du Trias le Valanginien, puis l'Aptien à Orbitolines. Mais, chose très curieuse, cet Aptien et ce Valanginien sont complètement recouverts par l'Infralias, ainsi que le montre la coupe V, fig. 6. Cette succession s'observe dans le ravin qui longe le chemin de Martelleine.

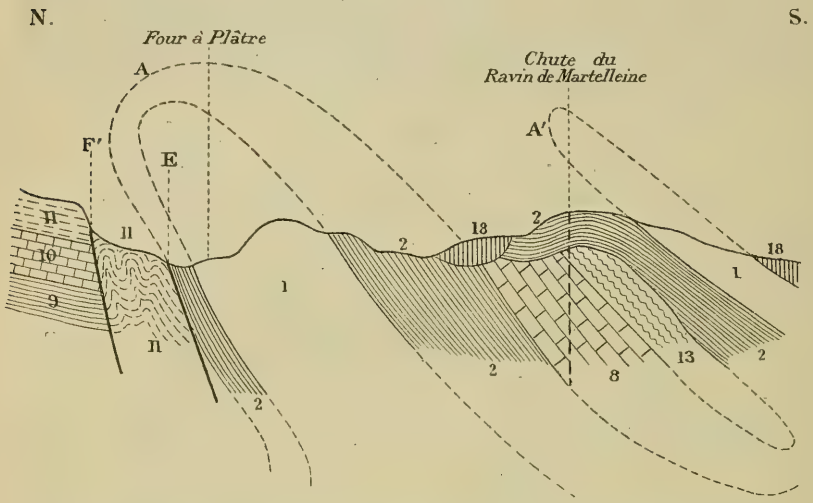
Le renversement d'une seconde bande de Trias sur la cuvette synclinale aptienne est un fait très intéressant et qui établit une fois de plus la connexion étroite qui existe entre le Trias de Saint-Julien, dont A' n'est qu'un prolongement, et la bande anticlinale couchée vers le Massif. En outre, ceci montre que, même dans les endroits où les anticlinaux A et A' sont très rapprochés, ils demeurent néanmoins séparés par une cuvette synclinale.

A et A' ne peuvent se trouver réunis que dans les points où cette

cuvette synclinale est vidée, comme nous l'avons noté au sud du village d'Allauch.

Le village de la Treille est bâti sur les calcaires à silex du Néocomien. Au sud-est de la Treille on voit reparaître le Trias de Martelleine.

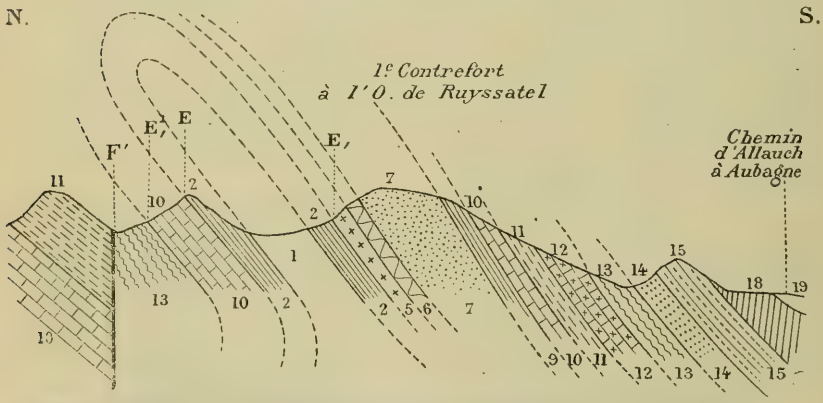
Fig. 6. — Coupe V.



Même légende. — A. Anticlinal d'Allauch. — A. Anticlinal de St-Julien.

Un peu plus à l'est, la série normale reparaît et elle est complétée à Chapelette et au nord d'Eoures, par l'apparition du Cénomanien

Fig. 7. — Coupe VI.



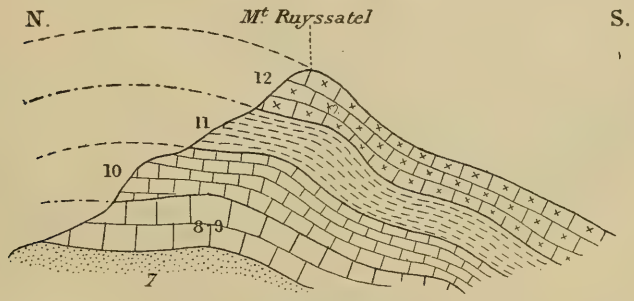
Même légende. — 19. Argiles tongriennes et aquitaniennes de Marseille. — EE, E', Failles d'étirement.

et du Turonien. De plus, nous constatons l'apparition bizarre d'un lambeau d'Aptien, pincé entre le Trias et l'Infralias renversé et le Néocomien du massif central. Ce lambeau est l'amorce de la bande aptienne qui va se développer à l'est.

Ici, nous voyons pour la première fois apparaître l'oolithe, au-dessus de la faille E1. Cette oolithe est pélagique, comme dans toute la région d'ailleurs. Rien ne fait pressentir le voisinage d'un rivage. Rien ne peut faire supposer qu'il y ait eu émersion de massif à cette époque. Nous pouvons donc affirmer que partout où l'oolithe manque dans le massif, ce n'est pas une lacune de sédimentation mais bien un étirement.

La montagne de Ruyssatel nous donne une coupe assez analogue à la coupe VI, mais, vers la partie supérieure, on remarque que les couches de la cuvette synclinale se recourbent vers le massif, ce qui montre bien l'amorce de l'anticlinal couché. A Eoures on

Fig. 8. — Coupe VIII.



Même légende.

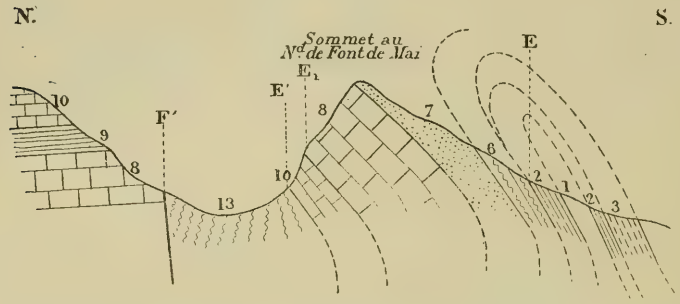
retrouve la suite de la bande triasique de St-Julien, recouverte au sud directement par l'Oligocène.

A l'est de Ruyssatel, on voit apparaître, dans l'anticlinal, les couches étirées du Liasien. Un peu plus à l'est, le Liasien s'épanouit ainsi que l'Infralias et le Trias qui donne même lieu en cet endroit à une exploitation de gypse importante. A Font-de-Mai, la bande anticlinale s'étire violemment et commence à tourner vers le Nord.

II. **Bordure orientale de Font-de-Mai à Font-de-Mulle, près Pierrascas.** — Entre Font-de-Mai et les Gavots, M. Marcel Bertrand donne deux coupes : l'une, que nous reproduisons dans notre coupe IX, montre l'apparition du Crétacé dans le synclinal renversé,

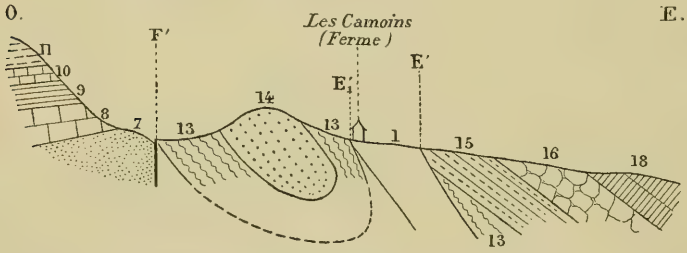
et la disparition du Jurassique dans le flanc normal de l'anticlinal. L'autre, qui est notre coupe X, supposerait la disparition dans la faille F' de toute la partie renversée de l'anticlinal.

Fig. 9. — Coupe VIII.



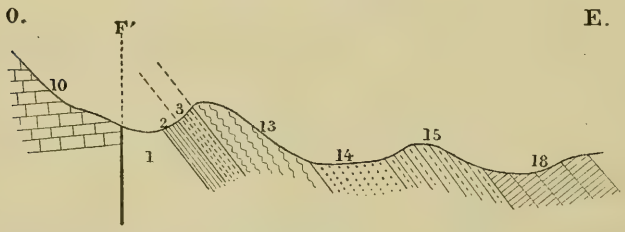
E E, E' étirements F' Faille. — 1. Trias. — 1-2. Infralias. — 3. Liasien. — 6. Oxfordien. — 7. Dolomie. — 8. Calcaire à *Heterodiceras*. — 9 Marnes valanginiennes. — 10. Néocomien compact. — 13. Aptien.

Fig. 10. — Coupe IX.



Même légende. — 11. Marnes hauteriviennes. — 14. Cénomanien. — 15. Turonien. 16. Sénonien. — 18. Infratongrien. — E'E'₁, Etirements. F' Faille.

Fig. 11. — Coupe X.



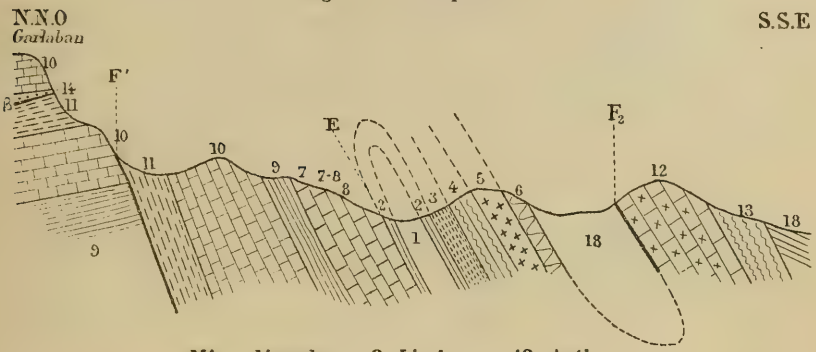
Même légende.

Pour nous, nous n'avons pas observé cette disparition du flanc renversé de l'anticlinal dans la faille F', mais nous avons seulement

constaté une faille d'étirement, tantôt entre le Trias et les dolomies jurassiques renversées, tantôt comme le montre notre coupe XI, entre le Trias et le Néocomien compact.

Plus à l'est, la succession est la même, mais on constate de plus l'existence d'une deuxième faille de glissement F'' (Coupe XII).

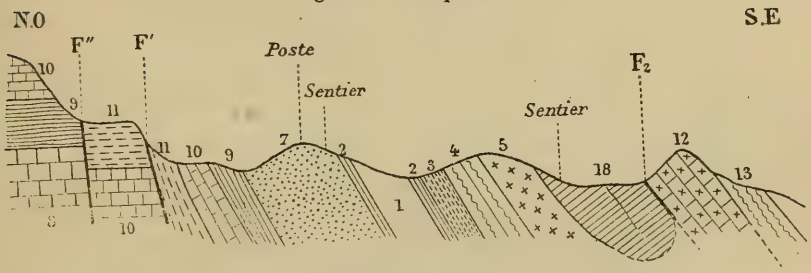
Fig. 12. — Coupe XI.



Même légende. — 3. Liasien. — 13. Aptien.

Nous ne constatons pas, en ce point, de faille entre le Trias et la dolomie, pas plus que dans la coupe précédente ; la dolomie, le Valanginien et le Néocomien sous-jacents, sont concordants et font bien partie du flanc renversé de l'anticlinal, les failles qui séparent

Fig. 13. — Coupe XII.



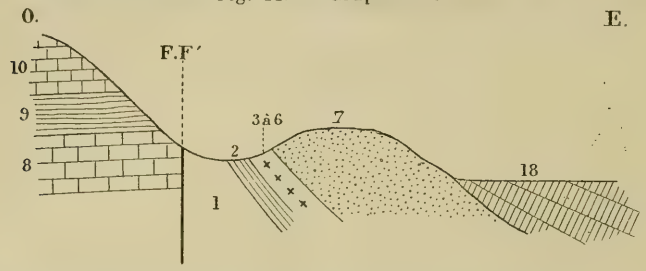
Même légende.

l'anticlinal renversé de la série normale, sont beaucoup plus au nord-ouest ; la bande anticlinale couchée est donc bien là, continuant la bordure méridionale.

Ce n'est que plus loin que F' F'' se réunissent et que la charnière anticlinale vient buter contre le massif central. Toute la partie

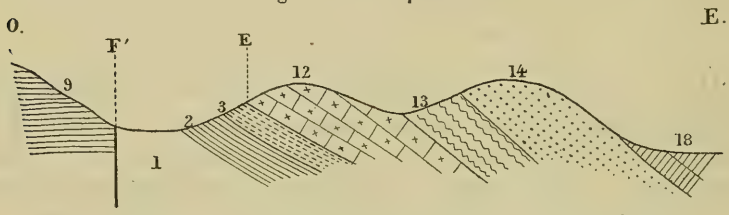
renversée de l'anticlinal disparaît alors, et l'on croirait avoir affaire à une série normale, séparée par une faille du massif central, mais la partie renversée est là, enfouie dans la faille, et la preuve c'est

Fig. 14. — Coupe XIII.



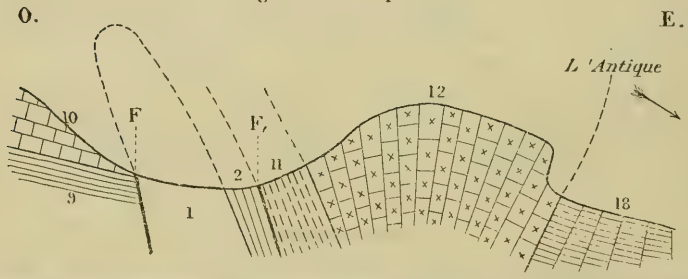
1. Trias. — 2 Infralias. — 3-4-5-6. Liasien. Bajocien. Bathonien. Oxfordien. — 7. Dolomies. — 8. Calcaire à *Heterodiceras*. — 9. Marnes valanginiennes. — 10. Calcaire compact (néocomien et valanginien). — F F' Faille.

Fig. 15. — Coupe XIV.



Même légende. — 12. Urgonien. — 13. Aptien. — 14. Cénomanien. — 18. Infratongrien.

Fig. 16. — Coupe XV.



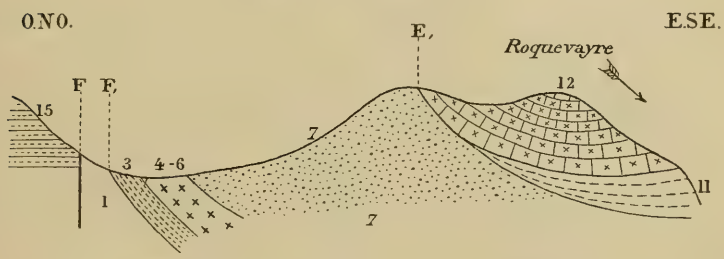
1. Keuper. — 2. Infralias. — 9. Marnes valanginiennes. — 10. Calcaire compact du Valanginien et du Néocomien inférieur. — 11. Marnes hauteriviennes. — 12. Urgonien. — 18. Calcaires en plaquettes (Infratongrien).

que si l'on suit attentivement la limite occidentale de la bande triasique, on voit çà et là l'Infralias reparaître sous le Keuper.

Un peu au nord de la coupe XII, nous avons relevé la coupe XIII qui montre cette série régulière en apparence. Aux environs des Manaux, la série aptienne et crétacée reparaît (coupe XIV) mais ne tarde pas à disparaître de nouveau, le redressement des couches devient si fort, que l'Urgonien se rejette à l'est sur l'Infratongrien, La faille F_1 a fait disparaître par étirement tout le Jurassique et une partie de l'Infracrétacé. De pareils phénomènes seraient inexplicables dans l'hypothèse d'une simple série normale. Vers Lascours, le Jurassique reparaît, ainsi que l'a indiqué M. M. Bertrand (loc. cit., coupe 9), mais, près des grottes de Lascours, tous les étages inférieurs à la dolomie s'étirent encore et, au-dessus de cette dolomie, le Néocomien, qui avait été un instant caché par l'Infratongrien, reparaît ici sous forme d'une mince bande.

La dolomie et cette bande de Néocomien vont s'enfoncer sous le bassin urgonien, de Roquevayre. Près du ravin de Font-de-Mulle, le Trias s'écrase tellement que les failles F et F_1 se rapprochent jusqu'à se confondre (coupe XVI).

Fig. 17. — Coupe XVI.



Même légende. — 15. Turonien du Ragage.

Au Ragage la série prend une apparence tout à fait régulière, mais on voit le Crétacé (Turonien et Sénonien) s'appuyer directement sur le Trias.

Résumé des faits constatés dans la bordure méridionale et la bordure orientale. — Nous avons donc constaté sur ces deux bordures l'existence constante et continue d'un anticlinal couché vers le massif ; dans cet anticlinal il existe souvent des lacunes de couches dues à des failles d'étirement, l'une F, située dans la partie renversée, l'autre F_1 dans la partie normale. L'anticlinal est constamment séparé de la partie centrale du massif par une faille F'. Mais sur la bordure est, la partie renversée de l'anticlinal étant

enfouie au pied du massif normal il en résulte que F et F' se confondent ; enfin à Font-de-Mulle, F_1 vient se confondre avec F. Le schéma ci-contre indique le parcours de ces trois failles principales.

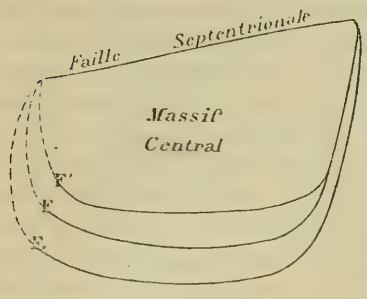
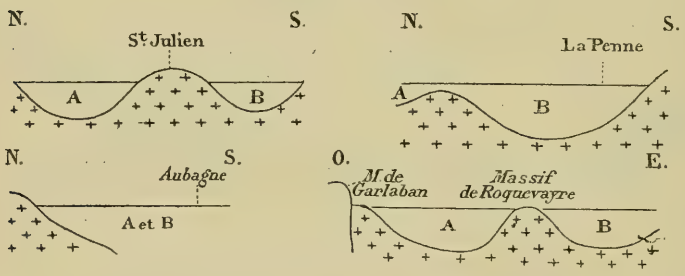


Fig. 18.

La cuvette synclinale crétacée que nous avions vue se creuser au sud de la Bordure méridionale, se continue naturellement à l'est de la Bordure orientale. Vers le sud, le Massif triasique de St-Julien divise cette cuvette en deux cuvettes secondaires A et B, mais vers l'est, ce massif disparaît sous les dépôts tertiaires et laisse les cuvettes A et B se réunir momentanément. Mais dans la vallée de Roquevayre, le Trias se relève encore et sépare le massif d'Allauch de celui de la Ste-Baume.

Fig. 19.



Trias, Jurassique et Infracrétacé. — A et B. Cuvettes crétacées et tertiaires.

A Martelleine, nous avons vu le Trias de St-Julien se rapprocher de celui de l'anticlinal d'Allauch à tel point que la cuvette A se trouve englobée par le Trias et l'Infralias. Quant à la bande triasique anticlinale d'Allauch, elle embrasse tous les contours du massif, si irréguliers qu'ils puissent être. Cette bande s'est donc comportée vis-à-vis du massif central, comme une bordure plastique qui se serait moulée sur tous ses contours.

III. **Bordure septentrionale de Font-de-Mulle au hameau des Cadets** *(à l'entrée du Vallon de l'Amandier).* — Cette bordure est essentiellement constituée par une zone anticlinale écrasée entre le massif d'Allauch et celui de N.-D. des Anges ; cet écrasement est si

violent en certains endroits, par exemple au S.-E. des Maurins, que la bande anticlinale disparaît presque totalement par étirement.

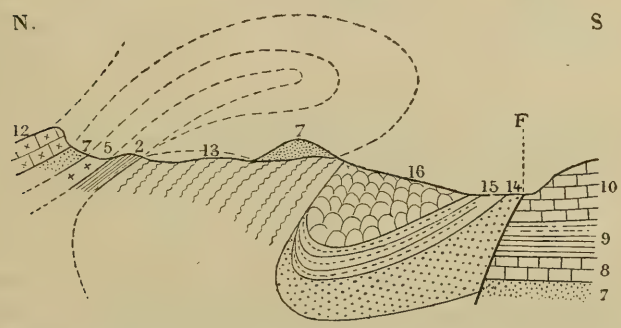
En suivant le chemin du Ragage à Pichauris par Collet Redon on continue à observer la superposition normale de l'Infralias au Keuper. Au sud de ce chemin nous avons même recueilli de jolies plaquettes à *Avicula contorta*.

Au N.-E. de cette route se trouve le promontoire crétacé des Mies, un des points les plus intéressants du massif d'Allauch.

Ce promontoire présente en effet l'aspect d'une cuvette crétacée qui aurait été recouverte totalement par le Trias, l'Infralias et le Jurassique. On trouve là, sur le Crétacé, des lambeaux de recouvrement (dolomies jurassiques). Quant à la cuvette crétacée, elle se compose d'un synclinal couché, dont la couche la plus ancienne est l'Aptien.

La coupe est donc la suivante :

Fig. 20. — Coupe XVII.



2. Infralias. — 5. Bathonien. — 7. Dolomie jurassique. — 8 Calcaire à *Heterodiceras*. — 9. Marnes valanginiennes. — 10. Calcaire compact. — 12. Urgonien. — 13. Aptien. — 14. Cénomanien — 15. Turonien. — 16. Sénonien.

Cette coupe correspond à la coupe 14, de M. Bertrand (loc. cit., p. 19). Vers l'extrémité septentrionale du promontoire des Mies, on voit le Crétacé disparaître totalement sous le Trias, l'Infralias et le Jurassique. Le même Crétacé reparaît à l'ouest de Cadolive et auprès de Saint-Savournin. Il est donc bien évident que dans tout l'espace intermédiaire, on doit concevoir un boyau crétacé enfoui sous le Trias et le Jurassique. Mais de là à admettre que la nappe de recouvrement est continue, il y a loin. Pour nous, la cuvette crétacée des Mies a été recouverte en ce point par deux plis anticlinaux, couchés en sens inverse et qui se sont réunis par leur extré-

mité supérieure, ainsi que le montre la coupe schématique XVIII, qui correspond à la coupe 27 de M. Bertrand.

En revenant vers le sud, on voit ces deux anticlinaux couchés, se séparer et laisser apparaître entre eux le Crétacé. Cette interprétation de la coupe explique tout simplement les anomalies apparentes du promontoire des Mies. C'est, d'ailleurs, la seule interprétation qui puisse expliquer par une seule et même hypothèse la coupe du promontoire des Mies et celle de la colline 625. Elle montre, de plus, immédiatement pourquoi le promontoire semble entouré d'une faille courbe, fermée, unique, et pourquoi tout autour de la cuvette les terrains jurassiques et triasiques plongent vers l'extérieur sans pouvoir montrer aucune tendance à se recourber vers le

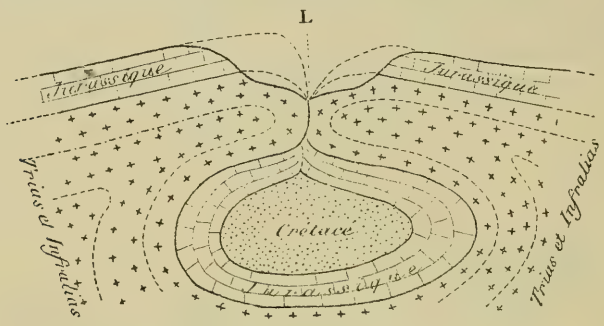


Fig. 21. — Coupe XVIII (Schéma).

centre de la cuvette, pour la bonne raison qu'ils se rattachent au flanc normal d'anticlinaux couchés. Ceci n'est pas, d'ailleurs, une simple hypothèse forgée uniquement dans le but d'expliquer une coupe, mais bien une explication basée non seulement sur des observations faites dans le promontoire des Mies, mais encore sur d'autres phénomènes analogues observés en Provence.

En effet, si la nappe de recouvrement était complète, pourquoi le Bathonien, le Callovien et l'Oxfordien seraient-ils précisément interrompus dans une zone correspondant à la ligne L de jonction des anticlinaux ? De plus, dans l'hypothèse d'une continuité de la nappe, il est impossible de concevoir une liaison directe entre l'Infralias et le Lias de Font-de-Mulle et l'Infralias et le Lias du pli couché de N.-D.-des-Anges. En outre, on peut très bien suivre sur le terrain une ligne de froissements qui correspond à la surface d'écrasement des deux anticlinaux.

Ceci concorde d'ailleurs parfaitement avec l'idée que nous som-

mes déjà amené à nous faire du massif d'Allauch, qui nous apparait comme un massif résistant entouré d'une boucle anticlinale presque fermée. Le promontoire des Mies réprésente la zone d'étranglement maximum de la boucle, ainsi que le montre le schéma ci-contre.

Si nous abandonnons maintenant le promontoire des Mies pour nous diriger vers Pichauris, nous rencontrons la colline de Collet Redon (colline 625). Elle présente au premier abord l'aspect d'une masse de recouvrement, car l'Infralias, qui est à sa base, paraît former une nappe continue au-dessous du Trias.

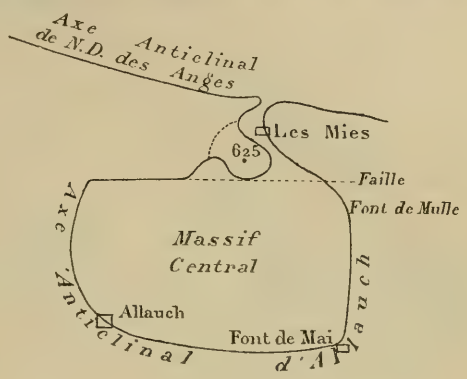


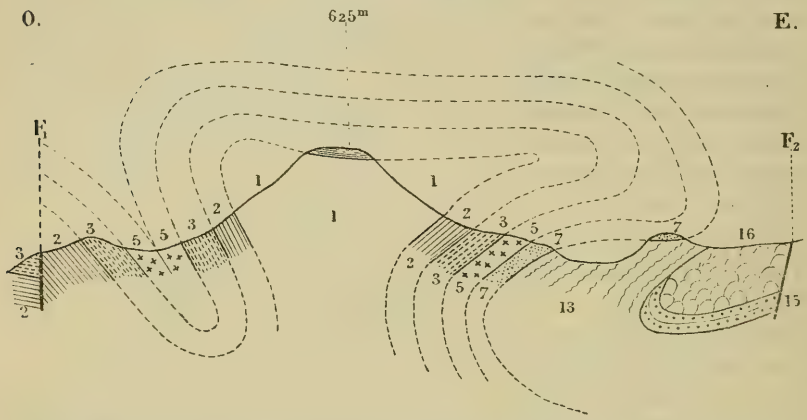
Fig. 22.

Nous pouvons cependant affirmer qu'il n'en est rien, car au sud de Collet-Redon, on ne voit nullement reparaître cette nappe infraliasique, mais de ce côté le Keuper surmonte des traces de Muschelkalk. Si Collet-Redon était une masse de recouvrement, rien ne justifierait la disparition de la nappe infraliasique du côté du sud. D'ailleurs, la présence du Bathonien intercalé à l'ouest, entre deux bancs de Liasien, indique bien une *allure synclinale* de la bordure de la colline, allure absolument incompatible avec l'hypothèse d'un recouvrement (1). Tous ces faits s'accordent, au contraire, pleine-

(1) *Note ajoutée après la première rédaction, mais antérieurement au dépôt du manuscrit.* — Cette question de massifs déversés en champignon, vient d'être remise à l'ordre du jour pour les récentes études de M. Bertrand, et par la note de M. Repelin sur le massif de l'Ouarsenis. (*B. S. G. F.* XXXIII (3), 1895, p. 165). Nous avions déjà eu l'occasion, antérieurement, de nous étendre assez longuement sur ces phénomènes : comptes-rendus des excursions géologiques faites en Provence, en octobre 1894. (*Ann. Fac. Sc. Marseille*, févr. 1895). Nous avons montré que cette explication pouvait aussi bien que l'hypothèse d'un recouvrement expliquer toutes les coupes relevées dans les massifs du Vieux-Beausset et des environs de Toulon. Les coupes que nous donnons ici ne peuvent recevoir une interprétation différente. Leur examen et leur discussion ne laisseront plus, espérons-nous, aucun doute dans l'esprit des géologues au sujet de la réalité de l'existence des massifs renversés, sur tout leur pourtour. Des notes ultérieures sur les chaînes de l'Etoile de N.-D.-des-Anges et de la Sainte-Beaume, viendront encore ajouter de nombreuses preuves à l'appui.

ment avec l'existence d'un anticlinal déjeté en sens différents et formant pour ainsi dire une sorte de champignon, dont le pédoncule serait en certains endroits très rétréci. Nous verrons plus loin que cette explication ne s'accorde pas seulement avec la coupe de Collet-Redon, mais encore avec plusieurs autres.

Fig. 23. — Coupe XIX.



1. Trias. — 2. Infralias. — 3. Liasien. — 5. Bajocien et Bathonien. — 7. Dolomies jurassiques. — 13. Aptien. — 15. Turonien. — 16. Sénonien. — F_1 F_2 Failles.

Un fait important vient encore démontrer cette hypothèse, c'est que si l'on suit vers le sud-ouest la bande infraliasique qui plonge sous le versant occidental de Collet-Redon, on voit les couches de l'Infralias, primitivement presque horizontales, se redresser à peu près verticalement, au contact du Trias ; d'ailleurs, ces couches, au lieu de venir fermer la nappe infraliasique du côté du sud, tournent, au contraire, brusquement vers l'ouest et vont passer au hameau de Pichauris. Ce champignon anticlinal ne présente donc pas un pédoncule complètement isolé, et pour continuer notre comparaison jusqu'au bout, il présente plutôt le même aspect que les Polypores qui croissent sur le tronc des grands arbres. Au point de vue mécanique il n'y a pas de difficultés à concevoir la formation d'un pli affectant cette forme. Qu'on suppose, en effet, une bande anticlinale A couchée dans le sens des flèches, supposons que dans la torsion de cette bande il se produise une boucle circulaire, dont la convexité correspond précisément à la direction du renversement, il est évident que cette boucle formera un anticlinal en champignon comme celui de Collet-Redon. De même, il est évident

qu'une boucle concave formera un synclinal en bouteille comme celui des Mies. Ce n'est donc pas à un simple dôme que nous avons ici affaire, mais à une boucle circulaire. Nous montrerons dans des notes ultérieures qu'il existe aussi des dômes véritables, renversés sur tout leur pourtour, mais l'interprétation mécanique de ces dômes est moins simple que celle des boucles anticlinales. Nous avons donc toujours là affaire à la même boucle anticlinale qui, après avoir entouré le promontoire synclinal des Mies, se déjette en deux sens dans la colline 625.

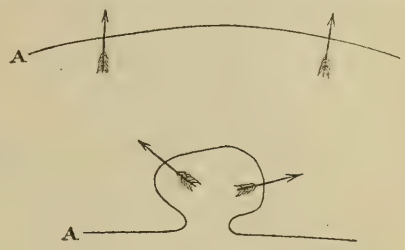
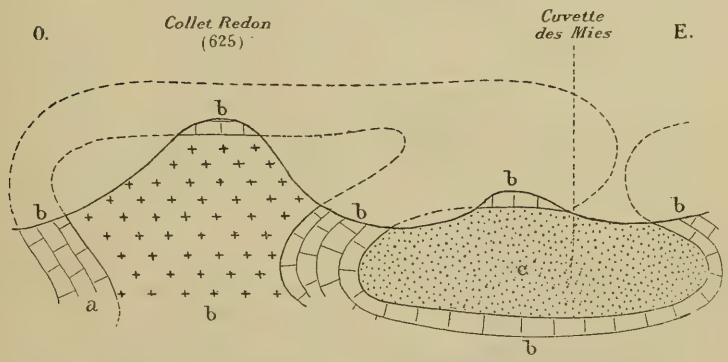


Fig. 24.

L'explication donnée pour la coupe XIX doit donc concorder avec l'interprétation que nous avons donnée du promontoire des Mies, l'une doit être la conséquence de l'autre. C'est ce que nous constatons, en effet, car le double synclinal des Mies correspond *point par point* au double anticlinal de Collet-Redon, ainsi que le montre le schéma ci-dessous :

Fig. 25. — Coupe XX (schéma).



a. Trias. — b. Infralias, Lias et Jurassique. — c. Crétacé.

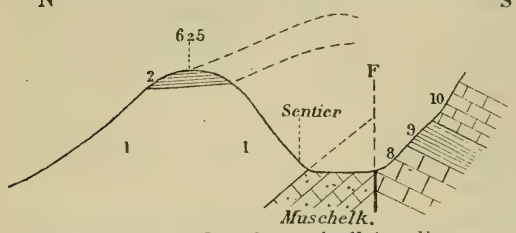
Comme nous l'avons déjà dit, la coupe nord-sud de Collet-Redon est loin d'offrir en apparence la même complication que la coupe est-ouest.

C'est que, dans cette coupe, la partie renversée de l'anticlinal est enfouie au pied du massif. Comme on le voit, les massifs de

nos environs présentent quelquefois une simplicité apparente qui cache souvent une structure très compliquée.

Entre le village et l'auberge de Pichauris, nous constatons l'existence de trois anticlinaux, dont deux, A_2 et A_3 sont franchement renversés vers le nord. Nous avons déjà publié cette coupe en 1890(1) Nous nous contenterons donc d'en donner ici le schéma.

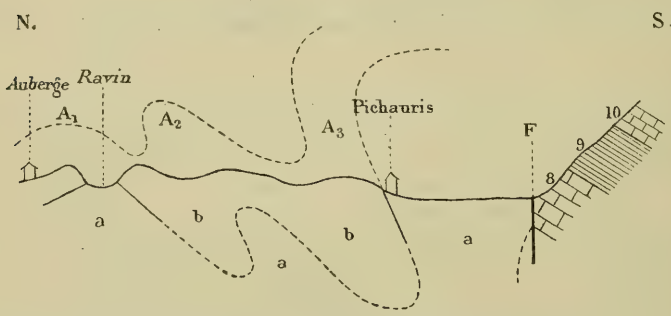
Fig. 26. — Coupe XXI.



Même légende. — 8. calcaire à *Heterodiceras*. — 9. Marnes valangiennes. — 10. Calcaire compact du Valanginien et du Néocomien supérieur.

Cette coupe montre un fait important, c'est que dans la bordure septentrionale, il y a des couches renversées vers le nord. Or, comme nous avons vu, sur le versant oriental, la partie renversée de l'anticlinal couché s'enfouir au pied du massif, nous sommes pleinement autorisé à admettre qu'il en est de même dans la partie de la bande

Fig. 27. — Coupe XXII.



a. Trias. — b. Lias et Jurassique. — 8. Calcaire à *Heterodiceras*. — 9. Marnes valanginiennes. — 10. Calcaire compact.

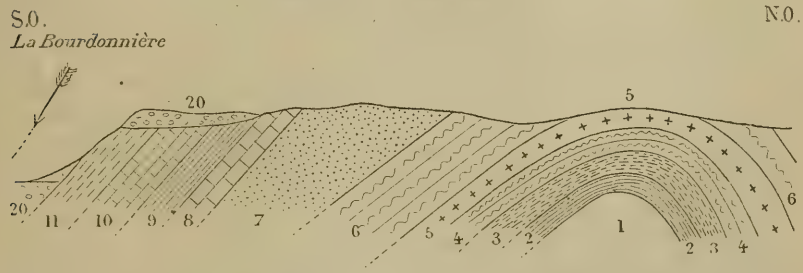
nord qui se raccorde avec la bande est. Dans ce cas, le Trias de la plaine de Pichauris correspondrait exactement à celui du Collet-Redon et l'anticlinal méridional serait enfoui dans la faille F. Il résulte aussi de ce fait un autre fait important, c'est que l'anticlinal n'est plus simple, mais bien multiple. Ce phénomène de multi-

(1) E. Fournier. Esquisse géologique des environs de Marseille. — Marseille, 1890. — Coupe XIV et p. 22, 28, 34, 41.

plication des bandes anticlinales dans les portions qui ont été soumises au maximum du plissement est un fait excessivement général dans notre région. Il peut s'observer en plusieurs points des massifs de la Nerthe (1), de l'Etoile et de N.-D.-des-Anges. La multiplication des plissements anticlinaux dans cette région est évidemment une conséquence immédiate du mode de formation du massif d'Allauch; en effet, dans cette zone nous observons la rencontre des deux boucles de la bande anticlinale. De plus ces boucles sont écrasées entre le Massif de N.-D.-des-Anges et le Massif d'Allauch, elles ont donc été soumises au maximum de compression. Le Trias et l'Infralias du ravin au sud de l'auberge ne sont qu'un épanouissement anticlinal du Trias et de l'Infralias de Collet-Redon. De plus, l'Infralias de ce ravin se raccorde avec celui de la route du Terme dans lequel on trouve de fort belles plaquettes à *Avicula contorta*. Or, cet Infralias de la route du Terme plonge sous les collines de N.-D.-des-Anges, ainsi que l'indique notre coupe XXIII. Sous l'Infralias de la route du Terme, il y a du Trias qui correspond à celui du ravin de la coupe XXII et à celui de la plaine de Pichauris.

Ce Trias forme donc le substratum commun des anticlinaux d'Allauch et de N.-D.-des-Anges.

Fig. 28. — Coupe XXIII.



1. Trias. — 2. Infralias. — 3. Liasien. — 4. Bajocien. — 5. Bathonien. — 6. Oxfordien. — 7. Dolomie. — 8. Calcaire à *Heterodiceras*. — 9. Marnes valanginiennes. — 10. Calcaire compact. — 11. Marnes hauteriviennes et calcaires à silex. — 20. Poudingues pliocènes et quaternaires.

La coupe XXIII nous montre un anticlinal qui tend à se coucher vers le nord; cette tendance s'accentue beaucoup, un peu plus à l'ouest, il en résulte que, dans le massif de N.-D.-des-Anges,

(1) E. Fournier. Et. strat. sur le Mass de la Nerthe, *Feuille des Jeunes Natur.* janv., fév., mars, avril 1895.

il y a un point placé un peu à l'ouest de St-Savournin et qui semble avoir subi le maximum de déplacement. L'étude des plis couchés du Nord de la Nerthe nous a amené à concevoir dans cette chaîne un déplacement d'axe analogue. Dans la chaîne de la Nerthe le point fixe de l'axe est à l'ouest. La chaîne de l'Etoile, située entre la Nerthe et N.-D.-des-Anges, a contribué à ces deux mouvements. L'anticlinal qui entoure le massif d'Allauch ayant rencontré un massif central résistant, s'est tordu au nord de ce massif. Voilà pourquoi cette partie septentrionale présente des phénomènes si particuliers de plissement.

Le schéma ci-dessous donne une idée générale de la manière dont se sont effectués ces déplacements.

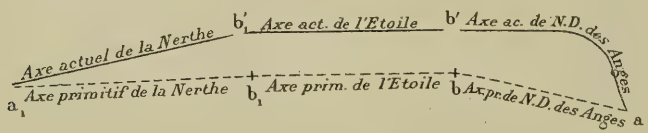


Fig. 29

Ces déplacements d'axes, dont un des points reste fixe, sont un des faits importants de l'orogénie de notre région, car ils permettent d'expliquer pourquoi les renversements s'atténuent graduellement suivant une certaine direction. On observe encore ce même phénomène dans le massif de la Sainte-Baume, dans le petit pli couché du col de Sormiou, etc., etc.

Mais il faut bien se rappeler que ces mouvements ne sont pas les seuls que ces massifs ont subis ; ainsi les points a et a_1, que nous avons considérés comme fixes, pour expliquer le changement relatif des axes, ont pu subir antérieurement ou postérieurement des déplacements horizontaux considérables, déplacements auxquels le massif a pu participer dans son ensemble.

Ainsi le point fixe de l'axe de la chaîne de la Sainte-Baume serait situé à l'ouest, puisque le renversement s'accentue plus on avance vers l'est. Mais l'existence de la grande faille de la Piguière témoigne d'un déplacement considérable du massif.

Le Trias de Saint-Julien passe aux Eoures, puis tourne aussi brusquement vers le nord pour se relier à celui de Roquevayre (ce qui vient encore à l'appui de l'hypothèse de ce déplacement horizontal).

Le massif d'Allauch s'est donc trouvé entre deux massifs ayant subi non seulement de grands déplacements d'axe, mais aussi des déplacements horizontaux considérables.

On a donc le schéma suivant pour exprimer la succession des déplacements d'axes anticlinaux.

Le Trias et l'Infralias formant les deux terrains les plus anciens qui affleurent dans ces massifs, ce sont ces terrains qui indiquent les axes anticlinaux. Or, nous avons constaté que ces terrains entourent complètement le massif d'Allauch. Nous les observons de même, d'une façon continue, dans les anticlinaux de la Sainte-Beaume et de N.-D.-des-Anges.

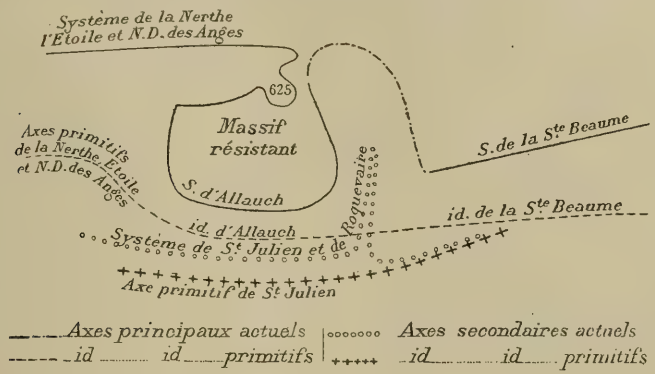


Fig. 30.

Le Trias de Collet-Redon se continue à l'ouest dans le bois de Pichauris, il est séparé du massif d'Allauch par la suite de la faille F et du massif de N.-D.-des-Anges par une faille F_4.

Bientôt F et F_4 se réunissent et font buter le massif central d'Allauch contre celui des Maurins, mais le Trias est toujours là dans la faille, ainsi que le démontrent quelques gros blocs de cargneules qui y sont restés pincés. Enfin, vers le haut du vallon de l'Amandier, le Trias reparaît sous forme d'une bande étroite. Cette bande suit le vallon de l'Amandier sur une longueur de trois kilomètres et avec une largeur de quelques mètres à peine.

On pourrait croire au premier abord que c'est un simple filon pincé entre deux failles, ainsi que l'avaient indiqué MM. Gourret et Gabriel (1).

M. M. Bertrand a essayé, dès 1888, de préciser la véritable nature de ce prétendu filon (2).

(1) Gourret et Gabriel : Crétacé du massif d'Allauch et de Gorlaban (*B. S. G. Belge*, 1888).

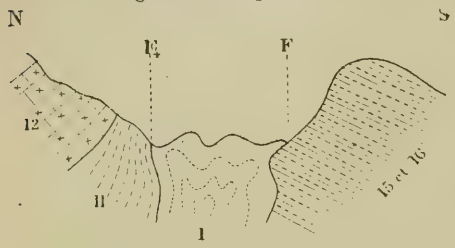
(2) Bertrand : Un nouveau problème de la Géologie Provençale. *C. R. Ac.*, 26 nov. 1888.

Nous avons observé avec soin cette bande et nous devons ajouter aux remarques déjà faites, les quelques indications suivantes qui nous paraissent de nature à déterminer ce qui s'est passé en ce point :

1° Les couches du Keuper sont violemment comprimées et froissées, et on y trouve même, en certains points, des blocs de Néocomien englobés dans les couches plissées ;

2° Les couches néocomiennes qui se trouvent en contact avec le Trias sont toujours fortement redressées, ainsi que le montre la coupe XXIV ;

Fig. 31. — Coupe XXIV.



1. Trias. — 11. Marnes hauteriviennes. — 12. Urgonien. — 15 et 16. Turonien et Sénonien.

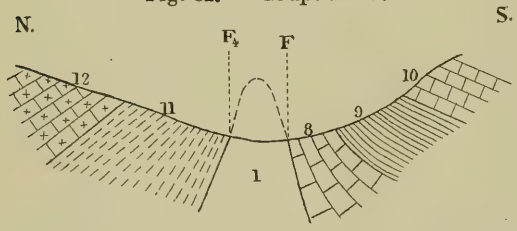
3° Partout où l'on peut observer la direction des couches triasiques, on les voit s'enfoncer verticalement entre les deux failles ;

4° Le Trias se déverse parfois sur le Sénonien et le recouvre ; jamais il ne se déverse sur le Néocomien. Au contact du Keuper et du Sénonien, on en observe toujours une brèche de friction.

Tous ces faits nous amènent à conclure que ce Keuper ne provient pas d'une nappe continue qui aurait recouvert ce massif.

D'ailleurs, s'il en était ainsi, il serait extraordinaire que ce Trias ait été enlevé sur toute la surface du massif d'Allauch et ait été seulement respecté au fond d'un vallon d'érosion parcouru par un torrent ; ou bien alors, il faudrait admettre que ce Trias ait été amené dans ce vallon postérieurement à son creusement. Or, le creusement du vallon de l'Amandier date de la période quaternaire, tandis que les grands mouvements de plissement de nos massifs ont commencé au début de la période oligocène et se sont éteints avant la fin de la période helvétienne.

Fig. 32. — Coupe XXV.

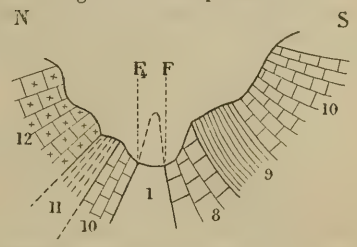


1. Trias. — 8. Calcaire à *Heterodiceras*. — 9. Marnes valanginiennes. — 10. Calcaire compact (Néocomien et Valanginien). — 11. Marnes hauteriviennes. — 12. Urgonien. — F F4 Failles.

Dans la partie orientale du vallon on observe un redressement presque vertical des couches infracrétacées des deux côtés de la bande triasique (coupe XXV).

Plus à l'est, les failles F et F_4 se rapprochent (coupe XXVI) et finissent même par se confondre. La bande triasique n'est plus marquée que par quelques blocs de cargneules, ainsi que nous l'avons déjà dit plus haut.

Fig. 33. — Coupe XXVI.



Même légende que dans les figures précédentes.

De tous ces faits, et de ceux précédemment signalés, il ressort une conclusion qui s'impose, c'est que la bande triasique du vallon de l'Amandier est une bande comprimée.

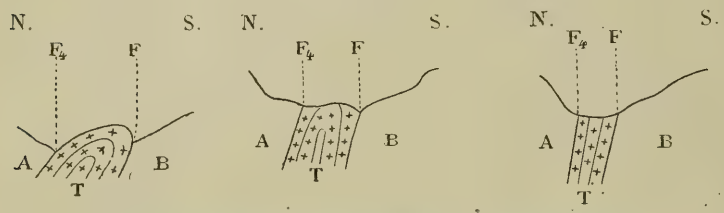
Le Massif de N.-D.-des-Anges avait déjà commencé à se plisser vers le nord, laissant derrière lui le Massif d'Allauch qui avait résisté à la poussée et une vaste bande triasique (marquée aujourd'hui par le Trias de l'Amandier) séparait les deux Massifs, lorsque le Massif d'Allauch, incapable de résister plus longtemps à la poussée, a dû glisser vers le nord et a fortement refoulé et comprimé les couches de la bande triasique. Ce refoulement a eu sa répercution jusque dans les plissements compliqués de Pichauris et dans les plis déversés de Collet-Redon et des Mies.

Le Massif d'Allauch se rapprochant ainsi de N.-D.-des-Anges a écrasé le Trias de l'étroite bande de l'Amandier. Ce Trias se trouvant compris entre deux failles F_4 et F, qui limitent les deux massifs, a donc pu se trouver pincé entre deux failles, qui se sont tellement rapprochées qu'elles ont pu en certains points se confondre. Il n'y aurait donc rien d'étonnant à ce qu'en certains points les deux failles F et F_4, se réunissant par leur partie inférieure, aient isolé, au-dessus du Crétacé, un lambeau triasique qui prendrait ainsi l'aspect d'un lambeau de recouvrement; mais nulle part ce phénomène d'isolement d'un lambeau, compris entre deux failles, n'a pu être constaté directement. Cette hypothèse pourrait expliquer des recouvrements tels que ceux indiqués par les coupes 11 et 12 de M. M. Bertrand, mais il suffit, pour expliquer ces coupes, d'admettre un léger déversement vers le sud de la bande anticlinale triasique. Or, ce déversement doit forcément se produire, puisque la bande anticlinale qui entoure le Massif d Allauch est toujours couchée vers le centre du Massif résistant.

On voit donc qu'il n'est pas besoin de supposer que le Trias ait éprouvé un soulèvement vertical considérable ; l'existence d'une bande anticlinale écrasée suffit pour expliquer le contact du Trias et du Crétacé ; la plasticité des marnes se prêtait, d'ailleurs, à cet écrasement.

En résumé, le Trias du vallon de l'Amandier n'est ni un filon pincé entre deux failles, ni un lambeau de recouvrement, c'est un anticlinal écrasé entre deux massifs, ainsi que le montre le schéma ci-dessous (1) :

Fig. 34.



A. Infracrétacé de N.-D.-des-Anges. — B. Crétacé du Massif d'Allauch. — T. Trias du Ravin de l'Amandier.

IV. **Bordure occidentale du village d'Allauch au hameau des Cadets.**— Cette bordure est limitée, à l'ouest, par l'Oligocène ; à l'est, elle est séparée par une faille du Massif central. M. Bertrand, dans sa coupe 12, a représenté une section N. E.-S. O. dans cette bande occidentale, mais cette section rencontre deux fois la bande triasique et infraliasique, c'est-à-dire qu'elle rencontre deux fois le même anticlinal, puisqu'il ne faut pas considérer le Trias du vallon de l'Amandier comme un lambeau de recouvrement provenant du pli du sud, mais comme la couche la plus ancienne de l'anticlinal, qui entoure le Massif. Pour avoir une idée générale de la constitution de la bande occidentale, il ne faut donc pas y pratiquer des coupes N.-S., mais bien des coupes E. et O., qui sont perpendiculaires aux directions d'affleurement des bancs.

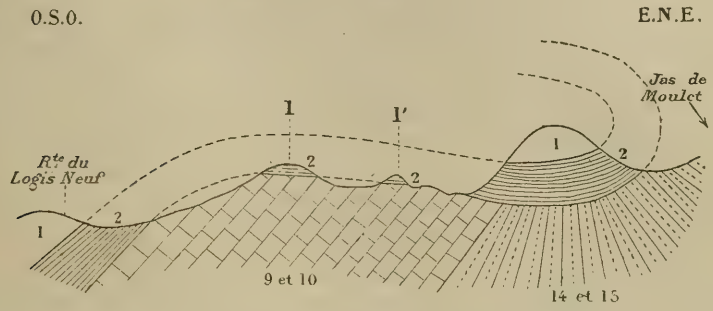
Cette bande anticlinale de l'ouest n'est autre chose que la bande anticlinale du sud rejetée et déviée vers le nord. De cette déviation de la bande anticlinale vers le nord résulte une surface d'écrasement très visible dans tous les étages infracrétacés.

Un phénomène très intéressant à noter, dans la bande occidentale, nous a été signalé par M. Bresson. Nous avions déjà observé

(1) Nous avons constaté une disposition analogue dans la bande du Moulin de la Cride à la Nerthe. Loc. cit. *Feuille J. Nat.*

quelques lambeaux triasiques et infraliasiques plaqués à une certaine hauteur sur l'Infracrétacé, au N.-E. de la Porcherie, mais M. Bresson nous a signalé un petit mamelon triasique plaqué sur le Turonien au S.-O. du Jas de Moulet, dans un endroit où l'on n'avait indiqué jusqu'ici que du Néocomien compact et du Turonien.

Fig. 35. — Coupe XXVII.



1. Trias. — 2. Infralias. — 9 et 10. Valanginien et Néocomien. — 14 et 15. Cénomanien et Turonien.

Voici d'ailleurs la coupe qui est très nette. Grâce à des lambeaux intermédiaires tels que 1 1', nous avons pu établir d'une manière indiscutable que ce mamelon de recouvrement provient du pli de l'ouest et non de celui du sud. C'est un fait à ajouter à tous ceux qui démontrent que le Trias de l'Amandier ne saurait provenir du pli méridional.

La relation entre le Trias qui borde la bande occidentale et le Trias de l'Amandier n'est pas moins évidente, et on peut suivre presque sans interruption la continuité de la bande entre la Porcherie et le hameau des Cadets.

Au hameau des Cadets, la bande tourne brusquement vers l'est et suit exactement le fond du vallon de l'Amandier.

V. **Partie centrale.** — Sur tout son pourtour, le Massif d'Allauch est limité par des failles F^1 F' qui le séparent des bordures anticlinales que nous venons d'étudier.

Le Massif central ayant pour soubassement une partie résistante, il est naturel d'y trouver des séries normales très régulières, car les mouvements périphériques n'ont pu affecter ce Massif résistant.

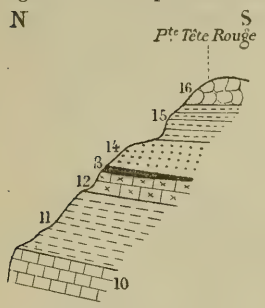
La superposition ordinaire des étages est la suivante :

7 Sénonien.
6 Turonien.
5 Cénomanien.

4 Urgonien, très réduit ou faisant défaut.
3 Néocomien.
2 Valanginien.
1 Calc. à Diceras.

Nous nous contenterons de donner quelques-unes des coupes (coupes XXVIII et XXIX) les plus caractéristiques de cette partie centrale. MM. Gourret et Gabriel, dans leur note sur le Crétacé du Massif d'Allauch, (*Bull. S. G. belge*, 1888), et dans leur note : La Bauxite et les étages qui la recouvrent dans le Massif de Garlaban, *C. R. Ac.*, 1888), ont décrit en détail les zones fossilifères du Turonien et du Sénonien.

Fig. 36. — Coupe XXVIII.



10. Calcaire néocomien compact. — 11. Hauterivien.— 12. Urgonien.— β. Bauxite. — 14. Cénomanien. — 15. Turonien. — 16. Sénonien.

En combinant les séries du versant nord et du versant sud de Petite-Tête-Rouge, on obtient de haut en bas la succession suivante :

10 Calcaires à Hippurites et à Nérinées (Sénonien).
9 Marnes à Cyclolites, Polypiers et *Trochus plicato-granulosus*.
8 Calcaires gréseux.
7 Alternances de calcaires gréseux et de marnes à *Terebratula lenticularis*.
6 Calcaires gréseux à Bryozoaires.
5 Calcaires à faune saumâtre.
4 Lignites du Turonien.
3 Bancs calcaires à Rudistes.
2 Grès cénomaniens.
1 Bauxite.

Dans la Grande-Tête-Rouge, la succession est encore la même, mais au lieu d'une faille de dénivellation, on en voit deux F' et f_1, qui ont été signalées par MM. Gourret et Gabriel (Loc. cit. *B. S. G. belge*).

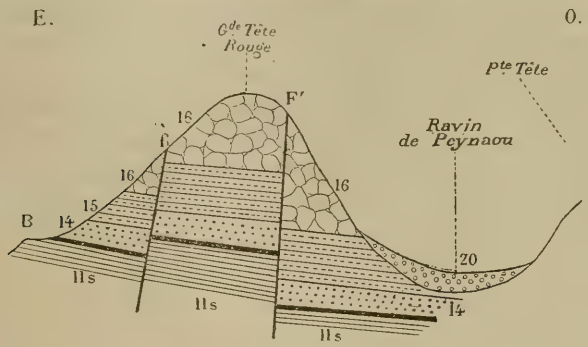
Au sud de Cante-Perdix, le Turonien présente une zone à Polypiers, très intéressante. Plus à l'est, une faille bien nette fait remonter le Néocomien au niveau du Turonien. Le sentier qui conduit du Pas-du-Bourreau au sommet des Escaoupro et au Garlaban passe, à partir de ce moment, sur le Néocomien ; à la base de la plaine de Cheylan une faille a dénivelé le Néocomien, mettant en contact le calcaire compact de la base avec les marnes.

La plaine de Cheylan, le Baou de Beaumont et le Taoumé présentent la même succession.

Au Taoumé, il faut signaler les poches d'altération de bauxite au contact entre le Cénomanien et les calcaires à silex du Néocomien. La mer cénomanienne paraît d'ailleurs avoir partout profondément corrodé les couches sous-jacentes.

A part cette lacune de sédimentation entre les calcaires à silex et le Cénomanien, la série est régulière et normale.

Fig. 37. — Coupe XXIX.



11. Calcaire néocomien supérieur à silex. — 14. Cénomanien. — 15. Turonien. — 16. Sénonien. — 20. Eboulis et alluvions.

A l'est du Taoumé, nous relevons la présence d'une faille qui ramène le Turonien à *Terebratula lenticularis* de Baume-Sourne, au niveau des marnes néocomiennes.

Au sud de la ligne de sommets que nous venons de décrire, descendent plusieurs grands vallons d'érosion.

1° Le vallon des Escaoupro, entre Grande-Tête-Rouge et le Taoumé (il est bien connu des géologues à cause de sa faune néocomienne décrite dès 1842 par M. Ph. Matheron (1).

2° Le ravin du Jardinier, qui descend au sud du Taoumé et qui est creusé dans le Néocomien.

3° Le ravin des Prescatoris et le Gour-de-Roubaud, entre Baume-Sourne et Ruyssatel, offrent, eux aussi, une riche faune dans les marnes hauteriviennes.

Dans tous ces vallons il n'y a à signaler que des accidents strati-

(1) Matheron. Catalogue des corps organisés fossiles du département des Bouches-du-Rhône. Marseille, 1842. Voir aussi au sujet de cette faune : Collot. Descr. du terrain crétacé dans une partie de la Basse-Provence. *B. S. G. F.*, 1891.

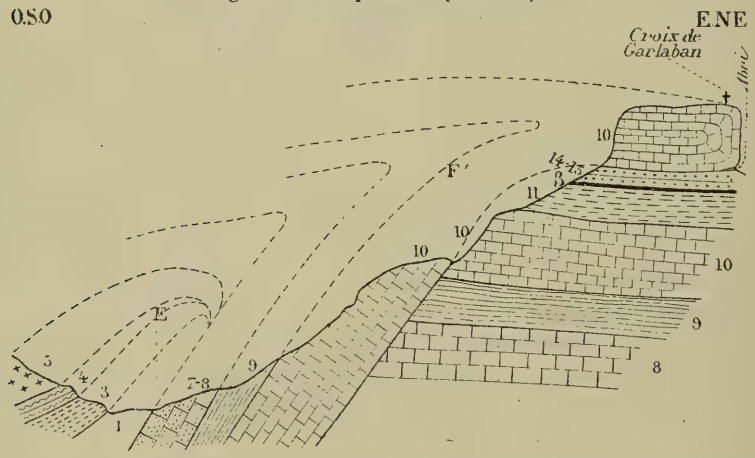
graphiques de peu d'importance, comme la faille qui a légèrement dénivelé les couches du Néocomien dans la partie sud du ravin des Escaoupro.

A l'E.-N.E. du puits du Mûrier, une faille importante met le Turonien en contact avec le Néocomien compact de la plaine de l'Aigle. Sur cette plaine, signalons en passant la butte des Pinsots, dernier témoin de marnes néocomiennes respectées par l'érosion et couronnées d'un petit lambeau de grès crétacés.

Au nord et au N.-E. de la plaine de l'Aigle, on trouve encore, sur plusieurs petits mamelons, des lambeaux de calcaire turonien. Ce fait a son importance, car il montre que la mer Turonienne a recouvert tout le Massif d'Allauch et que le Turonien du Ragage se relie directement à celui de Tête-Rouge.

Dans l'angle S.-E. de la plaine de l'Aigle, se trouve le chapeau de Garlaban. C'est un lambeau de recouvrement rejeté sur la série normale et provenant de *la bande anticlinale du Sud.* Ce sommet est, en effet, constitué par un calcaire compact contenant quelques

Fig. 38. — Coupe XXX (Schéma).



1. Trias et Infralias. — 3. Liasien. — 4. Bajocien. — 5. Bathonien. — 7-8. Dolomies et Calcaires à Diceras. — 9. Marnes valanginiennes. — 10. Calcaire compact. — 11. Hauterivien, — β. Bauxite. — 14 et 15. Cénomanien et Turonien.

chames et qui est soit de l'Urgonien soit du Néocomien compact. Ce calcaire surmonte des bancs gréseux du Cénomanien, qui recouvrent, eux-mêmes, un banc de bauxite. Si l'on examine le versant nord-est de ce chapeau, on voit que de ce côté les couches

du calcaire du sommet sont verticales, tandis que celles du versant O. et S.-O. sont, au contraire, horizontales. Ces couches verticales se recourbent dans la voûte de l'abri du versant est, et on les voit se raccorder ainsi aux couches horizontales du S.-O. Ceci nous donne donc bien la direction du pli qui a donné naissance au recouvrement, puisque nous observons ici une véritable voûte anticlinale couchée. Dans notre coupe XI, nous avions déjà indiqué que l'Infracrétacé de la portion renversée de l'anticlinal remontait déjà très haut sur le versant sud, beaucoup plus haut qu'on ne l'avait figuré jusqu'ici. Notre coupe XXX indique comment s'établit le raccord entre cet anticlinal et le chapeau de Garlaban.

La présence de couches verticales dans la partie N-E du chapeau de Garlaban est un fait de la plus haute importance; il montre, en effet, que le pli d'où ce lambeau est issu était limité au voisinage de ce lambeau, puisque nous y observons une structure de voûte anticlinale. Ce lambeau ne saurait donc se rattacher à une nappe continue qui aurait primitivement recouvert tout le Massif. Il y a là simplement la terminaison d'un anticlinal couché, comme nous en avons signalé sur la bordure occidentale et la bordure méridionale, et rien ne nous autorise à supposer qu'en aucun point la bande soit déroulée sur une étendue beaucoup plus considérable.

CONCLUSIONS

Nous avons suffisamment insisté sur l'existence d'une bande anticlinale couchée entourant le Massif, pour qu'il ne soit plus nécessaire de revenir sur ce point.

Nous avons suivi avec détail les failles d'étirement qui accompagnent cette bande, nous les avons vues se réunir et se confondre en certains points, s'épanouir et se ramifier de nouveau en d'autres. La nature du chapeau de Garlaban et l'observation des placages triasiques, nous a bien montré que le déroulement de l'anticlinal vers le massif était relativement très limité.

L'étude de la bordure septentrionale nous a fait voir que les plissements de cette région présentent des phénomènes spéciaux dus à l'écrasement de la bande anticlinale entre deux massifs. C'est à cet écrasement qu'est dû le rejet des anticlinaux en divers sens. Le double plissement de la bande triasique dans cette région contribue aussi largement à lui donner un aspect spécial. L'écrasement d'une partie du plissement a été parfois assez violent pour isoler des lambeaux de terrain au-dessus de couches plus récentes,

ou d'autres fois pour englober un boyau plus récent dans des anticlinaux plus anciens (boyau crétacé des Mies).

Nous avons déjà montré comment le massif d'Allauch, primitivement relié aux massifs Notre-Dame-des-Anges et de la Sainte-Baume, était ensuite resté en arrière et avait été entouré par la bande anticlinale qui en embrasse tous les contours et se referme presque complètement vers le nord. Le massif d'Allauch forme donc actuellement un hémisphère crétacé qui est, pour ainsi dire, enkysté dans une enveloppe anticlinale dont la région septentrionale est froissée et écrasée. Il apparaît donc comme une sorte de gland crétacé dans une cupule qui se renverse partout vers le massif.

De la torsion de la bande anticlinale autour du massif, il résulte immédiatement que les écrasements et les réductions de couches doivent atteindre leur maximum aux angles du massif, c'est-à-dire à Font-de-Mulle, à Font-de-Mai, à l'ouest du village d'Allauch et aux Cadets. C'est ce qu'on observe, en effet. Le schéma ci-contre exprime cet étirement de la bande anticlinale dans les angles du massif.

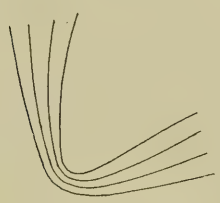


Fig. 39.

Dans tous ces phénomènes de renversements, d'étirements et de glissements horizontaux, l'existence de couches marneuses intercalées entre des couches calcaires a joué un grand rôle.

Ces couches marneuses ont servi de surface de glissement et ce sont toujours elles qui sont étirées et écrasées dans les plis. Ainsi, dans l'anticlinal couché d'Allauch, les couches dont on observe le plus souvent la disparition par étirement sont : Les couches marneuses de l'Oolithe, celles du Valanginien, de l'Aptien et du Gault (?)

On sait que dans un pli anticlinal où il y a des alternances de couches marneuses et de couches calcaires, il se produit la succession suivante de phénomènes : I. Formation de l'anticlinal ; II. L'anticlinal s'accentue et commence à se renverser ; III. Dans la partie renversée les marnes s'étirent, l'anticlinal se couche, se déroule, et les couches marneuses sont remplacées par des failles d'étirement E E' (1). Ces phénomènes d'étirement ont pu être reproduits expérimentalement (2).

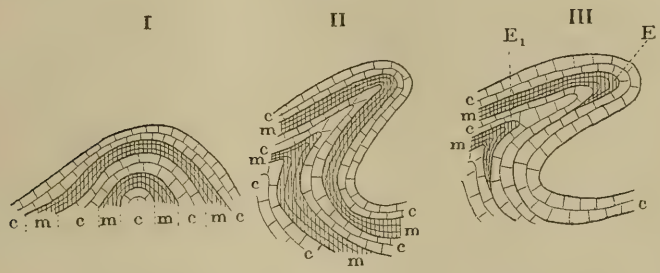
(1) Voir Ph. Zurcher : Les plissements de l'écorce terrestre. *Feuille des Jeunes Naturalistes*, nos 241, 242, 1890.

(2) Daubrée, Études synth. de géol. expér., Paris, 1879.

De l'étirement des couches dans la partie renversée de l'anticlinal, résulte une tendance au déroulement dans la direction du renversement, car : « Si une masse d'épaisseur variable est soumise à un » effort de compression, le maximum de courbure se produit dans » la portion la plus mince » (Daubrée). Le pli continue donc à se coucher dans le sens de la diminution d'épaisseur.

Les couches marneuses du Trias ont aussi servi de plan de glissement horizontal, et ont permis au massif de se déplacer vers le nord.

Fig. 40.



m. Marnes. — c. Calcaires. — E E_1. Étirement.

Si l'on suppose en avant de la zone plissée une région (massif central d'Allauch) résistant à la poussée du pli, on verra que la bande anticlinale doit se courber aux angles du massif résistant et finir par en embrasser tous les contours. Le massif de N.-D.-des-Anges a pu ainsi se trouver transporté en avant du massif d'Allauch, et, quand ce dernier a fini par céder à la pression continue venant du Sud, la bande anticlinale comprise entre ce massif et celui de N.-D.-des-Anges, a été écrasée et laminée entre les deux massifs.

On peut maintenant chercher une explication plus générale de ces bandes anticlinales qui entourent presque complètement certains massifs résistants. Cette explication nous semble résulter immédiatement de la conception que nous avons aujourd'hui des phénomènes orogéniques.

Notre globe est un ellipsoïde de révolution autour du petit axe, recouvert de couches concentriques d'origine interne ou sédimentaire.

Soit α un centre d'ébranlement situé dans l'intérieur du globe, mais ne se confondant pas avec le centre. Ce point devient le centre d'une série continue d'ondulations orogéniques indiquées par un pointillé sur le schéma ci-dessous.

La surface active de ces ondulations a pour intersection avec le solide terrestre une certaine courbe (intersection de deux ellipsoïdes) qui est la limite de l'action orogénique du point α.

La succession des mouvements orogéniques issus du point α s'effectuera donc suivant des zones d'action, semblables à cette courbe. Il résulte immédiatement de la conception que nous avons des ondulations moléculaires qu'il existe entre deux quelconques de ces courbes un bourrelet et que chaque bourrelet est séparé du suivant par une dépression correspondante. Le bourrelet est le germe de l'anticlinal, la dépression est l'embryon du synclinal. Le synclinal succède à l'anticlinal, comme le creux succède à la lame dans les ondulations de l'Océan.

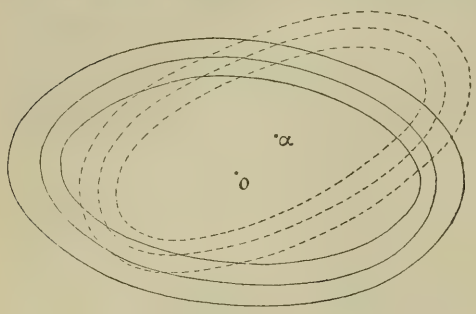


Fig. 41.

La section de la surface en voie de plissement par un plan passant par le centre du globe et par le centre d'ébranlement est une courbe présentant un série de maxima et de minima, qui n'est pas sans offrir quelque analogie de forme avec une sinusoïde.

Supposons maintenant en avant de cette région en voie de plissement, une région résistante déjà soulevée, les ondulations en

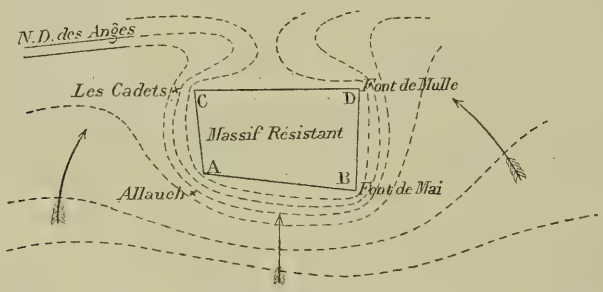


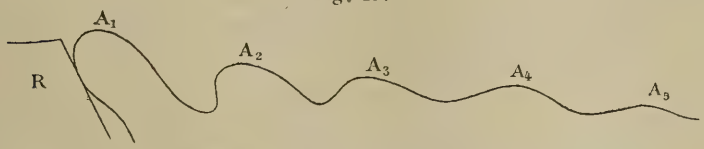
Fig. 42. — Schéma de la propagation des ondulations orogéniques.

rencontrant cette surface résistante vont venir s'écraser contre elle, mais dans les parties où la résistance cesse, c'est-à-dire aux angles A et B, par exemple, les ondulations vont continuer à se propager en changeant cependant de direction.

Ces ondulations indiquées par des courbes en pointillé rencontrent les faces résistantes A C et B D, s'appliquent contre ces faces et, arrivées aux angles C et D, continuent encore à se propager. Le massif finit donc par être entouré d'une bande complète d'ondulations.

Si nous examinons maintenant ce qui se passe dans un plan normal à la surface de plissement, nous verrons que la courbe dont nous parlions tout-à-l'heure (courbe qui rappelle une sinusoïde), va se déformer en rencontrant le massif résistant. La première ondulation convexe va remonter plus haut que toutes les autres, et, l'élasticité des couches plissées finissant par amortir la force de propulsion, le phénomène va en s'affaiblissant à mesure qu'on s'éloigne du massif résistant, ainsi que l'indique le schéma ci-contre :

Fig. 43.



R. Massif résistant. — A_1 A_2 A_3 A_4 A_5. Anticlinaux successifs.

C'est ici qu'il faudra faire intervenir, pour expliquer en détail le phénomène, l'amincissement des couches marneuses et le rejet des anticlinaux dans le sens de l'amincissement des couches.

En appliquant ces théories au massif d'Allauch, on est donc amené à conclure : 1° que le massif central a servi de massif résistant, 2° que la boucle anticlinale entourant le massif doit son origine à une poussée du Sud ; 3° que dans la partie septentrionale, cette bande a été écrasée entre le massif d'Allauch et celui de Notre-Dame-des-Anges ; soit que le massif d'Allauch ait fini par céder à la pression du sud, soit que cet écrasement se soit simplement produit lorsque le massif de Notre-Dame-des-Anges s'est couché vers le nord.

Il serait possible de donner de tous ces phénomènes une explication plus mathématique et plus générale encore, mais, étant donné que la tectonique est une science toute nouvelle et dont les données actuelles sont encore trop souvent bien vagues, une tentative de ce genre nous paraîtrait aujourd'hui un peu prématurée. Nous nous contentons donc d'indiquer la possibilité et l'intérêt de ces recherches.

Avant de terminer cette étude, il ne nous semble pas inutile

d'exposer très brièvement quelques considérations sur l'âge des mouvements qui se sont accomplis dans le massif que nous venons d'examiner. Pendant toute la période liasique et oolithique, le massif d'Allauch était immergé et les dépôts de ces époques nous présentent une faune pélagique. Vers la fin de l'époque jurassique le sol s'élève et on voit apparaître de puissants massifs coralligènes (calcaires à Diceras). Ces récifs ont même fini par émerger presque totalement, comme le démontrent les traces de Pholades (1) que l'on constate partout entre le calcaire à Diceras et les marnes du Valanginien. Entre ces deux étages il y a évidemment une lacune de sédimentation.

La période infracrétacée montre, à son début, un retour de la mer, mais le faciès coralligène reparaît avec les récifs à chama de l'Urgonien.

A l'époque aptienne, la partie centrale du massif d'Allauch semble avoir été émergée et la faune pélagique apparaît à peu de distance du massif central.

A l'époque cénomanienne, nous observons un nouvel affaissement du massif; les fonds sont encore peu considérables et pendant le Turonien et le Sénonien on voit apparaître les bancs de Rudistes.

A la fin du Sénonien, le massif se soulève et ce mouvement se continue jusque dans l'Éocène. C'est pendant cette période que l'anticlinal couché a commencé à s'accentuer et que s'esquissent les anticlinaux de Notre-Dame-des-Anges et de la Sainte Baume.

A l'époque infratongrienne, les trois systèmes N.-D.-des-Anges, Allauch et la Ste-Baume, étaient déjà séparés, ainsi que le démontrent les dépôts infratongriens et tongriens qui occupent le fond des grandes vallées qui séparent les trois systèmes. Déjà la bande de Trias qui borde au N. le massif d'Allauch avait été vivement plissée. Cependant la poussée venant du sud continue à se faire sentir et même en certains points on observe des renversements sur l'Infratongrien. Les dépôts aquitaniens sont aussi soulevés tout autour du massif, mais à l'époque helvétienne nous constatons un affaissement d'ensemble de toute la région, puis à partir de l'époque helvétienne la région se soulève lentement.

Ainsi donc les grands mouvements ont commencé à la fin de l'époque danienne, ont acquis toute leur intensité pendant l'Eocène et l'Oligocène et ne se sont éteints complètement que dans le

(1) Coquand : Signalées pour la première fois dans le massif de Carpiagne-St-Cyr.

Quaternaire. L'étude du massif de la Nerthe nous a d'ailleurs amené à des conclusions tout-à-fait analogues.

Ces mouvements extraordinaires du massif d'Allauch qui, au premier abord, éveillent dans notre esprit l'idée d'un cataclysme, viennent donc au contraire démontrer une fois de plus que, même dans ses travaux les plus gigantesques, la Nature procède avec lenteur et que l'on doit encore répéter le vieil adage : « Natura non facit saltum ».

LÉGENDE COMMUNE A TOUTES LES COUPES ET A TOUS LES CROQUIS

M. Muschelkalk. — 1. Keuper. — 2. Infralias. — 3. Liasien. — 4. Bajocien. — 5. Bathonien et Callovien. — 6. Oxfordien. — 7. Dolomies du Jurassique supérieur. — 8. Calcaire blanc à Diceras. — 9. Marnes valanginiennes. — 10. Calcaire compact du Valanginien et du Néocomien inférieur. — 11. Marnes néocomiennes et Calcaire à silex. — 12. Urgonien. — 13. Aptien et Gault. — 14. Cénomanien. — 15. Turonien. — 16. Sénonien. — 17. Couches de Fuveau et de Valdonne. — 18. Calcaires en plaquettes de l'Infratongrien. — 19. Argiles de Marseille (Tongrien et Aquitanien). — 20. Alluvions quaternaires et actuelles.

SUR LA
FAUNE OLIGOCÈNE DE GAAS (LANDES)

par **V. RAULIN** (1).

Il y a déjà cinq années, après avoir appris à Bordeaux que la *Statistique géologique des Landes* avait été, à mon insu, livrée comme complète deux années auparavant, j'ai présenté à la Société, le 3 novembre 1890, une note *Sur quelques faluns bleus inconnus du département des Landes*, insérée au *Bulletin*, T. XIX, p. 8-14 (2).

Aujourd'hui, après des difficultés administratives enfin heureusement résolues, je rédige pour l'achèvement réel de la *Statistique*, mes chapitres IV et V sur les terrains tertiaires et d'alluvion de l'arrondissement de Dax et de la partie occidentale de Mont-de-Marsan.

Pour les faluns oligocènes ou tongriens, j'ai recueilli un grand nombre de fossiles à Lesperon, à Lourquen et surtout à Gaas qui, suivant Tournoüer, « fournit le plus beau type de la faune marine oligocène du midi de l'Europe ».

Les Rayonnés et les Mollusques acéphales n'ont été l'objet d'aucun travail spécial, et ont été accessoirement indiqués dans divers ouvrages généraux ou particuliers.

Les Gastéropodes, pour la presque totalité, ont été décrits et figurés par le Dr Grateloup dans divers mémoires et surtout dans la *Conchyliologie fossile des terrains tertiaires du bassin de l'Adour, Univalves*, de 1841 à 1846. Au point de vue des déterminations spécifiques il y a beaucoup à reprendre dans ce travail ; l'auteur, d'une

(1) Note présentée à la séance du 18 novembre 1895; manuscrit remis le même jour. Epreuves corrigées par l'auteur, parvenues au secrétariat le 16 décembre 1895.

(2) A ce que j'ai dit p. 14 de l'opinion de Davidson sur les Brachiopodes, je dois ajouter que, en avril 1894, Cotteau, auquel j'avais soumis une nombreuse collection de pointes d'oursins recueillies à Peyrère, n'hésita pas à y reconnaître le *Cidaris Avenionensis*, D. Moul, qui, à St-Paul-Trois-Châteaux, caractérise l'étage miocène supérieur, c'est-à-dire l'étage des faluns de Saubrigues et de St-Jean-de-Marsacq.

part, assimilait trop facilement les espèces du bassin de l'Adour qu'il décrivait, à celles du bassin de Paris, de l'Italie et même à des espèces vivantes ; d'autre part, avec des individus de conservation, d'ornementation et d'âge différents, il établissait trop facilement plusieurs espèces aux dépens d'une seule.

L'un des exemples le plus remarquable est le *Strombus Bonelli* du falun jaune, miocène de St-Paul, qui, ainsi que l'avait déjà en partie reconnu Hornes en 1856, a donné lieu à sept espèces au moins, dont trois adultes d'ornementation variée et quatre basés sur de jeunes individus.

1° très tuberculeux :

St. lentiginosus XXXII 16.
— *Gratteloupi* d'Orb.
St. intermedius XXXII 8, 13 (jeune)

2° assez tuberculeux :

St. Radix XXXII 10, 14-15.
— *pseudo-radix* d'Orb.

3° peu tuberculeux :

St. Bonelli XXXII, 6, 12.
St. lucifer XXXII, 7 (jeune).
— *sublucifer* d'Orb.
St. gibbosulus XXXIII 7, (jeune).
St. fusoïdes XXXII, 17 (jeune).

A. d'Orbigny, dans le *Prodrome de paléontologie stratigraphique universelle*, t. III, 1852, a opéré une révision ; mais si le Dr Grateloup avait entre les mains toutes les espèces qu'il a cru devoir instituer, d'Orbigny paraît n'avoir pas vu les fossiles, mais seulement les ouvrages de Grateloup, dont les descriptions sont fort incomplètes et les figures parfois défectueuses ; aussi ne put-il réformer les espèces qui faisaient double emploi, et qui doivent disparaître (1). Il leur donne parfois des noms nouveaux par suite de cette hypothèse, qu'une espèce d'un étage ne peut pas se trouver dans un étage antérieur ou postérieur, où elle est remplacée par un analogue qui doit porter un autre nom.

Ainsi, les espèces de Castel-Gomberto, dans le Vincentin, qui sont maintenant, sans conteste, rapportées à l'Oligocène, ayant été rangées par lui dans le Suessonien, il avait sans hésitation donné de nouveaux noms aux espèces identiques de Gaas. Il est évident

(1) Un curieux exemple des erreurs que peut amener l'examen seul des planches, est le suivant : à la table alphabétique et synonymique du *Prodrome de paléontologie*, *Dentalium Jungii* et *Fusus Jung* renvoient au 26e étage, Falunien B, N° 1250, où on lit : « *Fusus Jung* d'Orb. 1847, *Derselbe Jung* Philippi. 1844, *Beitrage*, p. 60, pl. 4, f. 20, Cassel », Ainsi, un jeune individu, du *Murex Capito* Phil., N° 1385, est changé de genre et érigé en espèce nouvelle, par suite d'une fausse traduction d'un adjectif allemand ; et, en outre, attribué à un second genre tout différent, par suite d'une erreur de copiste.

que celles-ci doivent perdre ces nouveaux noms et prendre ceux établis par Al. Brongniart en 1823 ; par exemple :

Turbo Gratteloupi d'Orb. = *Turbo Asmodei* Brong.
— *subscobinus* d'Orb. = *Delphinula scobina* Brong.

Le Dr Grateloup, ayant rapporté beaucoup d'espèces de Gaas, par suite de leur ressemblance, à des espèces parisiennes éocènes, d'Orbigny eut ainsi l'occasion de dénommer un assez grand nombre d'espèces nouvelles qui doivent probablement être conservées. Toutefois, c'est là une question que je n'ai nullement l'intention de trancher ; je laisse aux auteurs la responsabilité de leurs espèces, me bornant à les signaler.

Hörnes, dans *Der Fossilen mollusken des Tertiœr beckens von Wien*, publiés de 1851 à 1870, a révisé un certain nombre d'espèces et opéré diverses réductions.

M. K. Mayer-Eymar, dans le *Journal de Conchyliologie*, de 1861 à 1871, et de 1887 à 1891, a décrit un certain nombre d'espèces inconnues de Grateloup.

M. Benoist, dans le *Bulletin de la Société de Borda*, 1884, a donné une liste d'espèces qu'il avait recueillies lui-même, sans indication de figures.

Enfin, M. du Boucher a publié dans le même *Bulletin*, 1884-85, une note en 52 pages : l'*Atlas conchyliologique de Grateloup révisé et complété*, dans laquelle il a laissé de côté un grand nombre d'espèces, mais ajouté les nouvelles décrites par Tournouër, et MM. Benoist, G. Dollfus, etc.

J'ai examiné et déterminé les espèces que j'ai recueillies avec ces divers ouvrages, et j'ai été amené à opérer diverses réunions qui surprendront certainement à première vue. Pour en donner une idée, je citerai les deux principales espèces oligocènes du genre *Fusus* déjà mis en cause pour le *St. Bonelli*, miocène de St-Paul.

1re Espèce	2me Espèce
St. latissimus Grat.	*St. fasciolarioides* Grat. d'Orb.
— *sublatissimus* d'Orb.	— *subcancellatus* Grat. d'Orb. (jeune).
St. auricularius Grat. d'Orb.	*Fusus stromboides* Grat. d'Orb. (jeune).
Fusus longœvus Grat. (jeune).	
— *sublongœvus* d'Orb.	

La liste que j'ai dressée renferme beaucoup moins d'espèces que celle que l'on pourrait établir à l'aide du *Prodrome* 26e étage, Falunien A. Cela tient à ce que d'Orbigny :

1° N'a pas reconnu un certain nombre de double-emplois commis

par Grateloup ; 2° a joint aux espèces véritablement oligocènes de Gaas, plus de 80 espèces des faluns de Saubrigues et de Saint-Jean-de-Marsacq, que plus loin il considère, avec raison, comme formant la partie supérieure de l'étage miocène. Par contre, quelques espèces de Gaas ont été réunies au falun de Saubrigues. Il a donné ainsi à sa faune tongrienne un nombre d'espèces trop grand et un caractère qui ne lui appartient pas, en y faisant entrer un trop grand nombre de *Turritella*, *Cancellaria*, *Conus*, *Pleurotoma*, *Voluta*.

Il me semble utile de consigner ces rectifications ailleurs que dans une statistique locale restant trop souvent peu connue.

Dans mes recherches à Gaas j'ai trouvé un certain nombre d'espèces qui n'y ont pas encore été indiquées, surtout parmi les Rayonnés et les Mollusques Acéphales ; elles ne seront pas énumérées ici, voulant limiter cette liste à celles qui ont été décrites ou signalées comme trouvées dans cette localité.

Pour la plupart des espèces, le nom donné par le Dr Grateloup, dans l'*Atlas conchyliologique*, avec l'indication des planches et figures, est suivi de l'adoption par d'Orbigny, ou d'une ligne synonymique, lorsque celui-ci a donné un nouveau nom dans le *Prodrôme*.

Toutes les espèces établies ont leur nom sur un même alignement, leurs synonymes ou les noms donnés ultérieurement sont placés en retrait et réunis par une accolade. Lorsque plusieurs espèces de Grateloup sont réunies, elles se suivent dans l'ordre de leur moins grande perfection (grande taille, petite taille, jeunes individus, moule intérieur). Lorsque Grateloup a fait une fausse assimilation le nom de l'auteur supposé est en *italique*.

Pour quelques autres espèces, le nom de leurs auteurs est suivi de celui de la personne qui, la première, les a indiquées dans les Landes (Tournouër, Benoist, du Boucher, etc).

La liste me semble devoir comprendre seulement les 246 espèces suivantes :

FORAMINIFÈRES

Polymorphina
acuta d'Orb.
Nummulites
intermedia d'Arch. de la Harpe, I, v.
{ *Fichteli* Mich. de la Harpe, I, vi.
{ *Garansiana* Jol. Leym.
Vasca Jol. Leym. de la Harpe, I, iii, Ben.
Boucheri de la Harpe, I, iv, Ben.

ZOOPHYTES

Madrepora
lavandulina Mich. Ben.
Cladocora
manipulata (*Lithodendron*) Mich. Ben.
Porites
digitalis de From. Ben.
Stylophora
costulata Edw. H. Ben.
Prionastrea
irregularis (*Astræa*) Defr. Ben.

Rhizangia
brevissima (*Astræa*) Desh.
Stephanocœnia
elegans Edw. H. Héb.
Trochosmilia
corniculum Edw. H. Ben.
Circophyllia
truncata? (*Anthophyllum*) Goldf. Heb.

ÉCHINODERMES

Crenaster
lævis (*Asterias*) D. Moul. Tourn.
Cidaris
attenuata Cott. Pal. fr.
Scutella
striatula M. de Serr. d'Orb. Ben.
Echinocyamus
pyriformis Agass. d'Orb., Ben.

ACÉPHALES

Gastrochœna
Dufrenoyi Ben.
Septaria
primigenia Ben.
Panopea
mucronata Ben.
Sphenia
truncata Desh. May. J. Conch. 1863, XI.
Basteroti Ben.
Corbula
deleta Desh. Ben.
Lutraria
arcuata May. J. Conch., 1861, III, 4.
Mactra
Basteroti May. J. Conch. 1857, p. 176.
Venus
Aglauræ (*Corbis*) Brong. May. J. Conch. 1858, IV, 1.
præcursor Sow., May. J. Conch. 1863, III, 1.
Cytherea
incrussata Desh., Ben.
Sismondai May. J. Conch. 1861, III, 6.
Paretoi May. J. Conch. 1861, III, 3.
Cardium
præcedens May. J. Conch. 1858, p. 187.
Brongniarti May. J. Conch. 1863, III. 2.
distinguendum May. J. Conch. 1890, VII, 4.
aquitanicum May. J. Conch. 1858, IV, 9.
Goniocardium
Matheroni D. Moul. Ben.
Byssocardium
Andreæ Tourn. *B. S. G. F.*, 1882, VI, 1.
Lucina
{ *mutabilis* Lamk. Tourn.
{ *Delbosii* d'Orb.
globulosa Des. Tourn.
incrassata Dub. Ben.
{ *gibbosula* Desh. Tourn.
{ *transversa* Bronn. Hornes Wien, p. 246.
præcedens May. J. Conch. 1858, p. 77.
asciiformis May, J. Conch. 1869, p. 294.
aliformis May. J. Conch. 1861, III, 8-9.
Thierensi Heb. Tourn.
columbella Lamk. Horn. Wien, p. 231.
ornata Agass. Ben.
Tellina
bianguluris Desh.
abavia May. J. Conch. 1861, III, 1.
Brongniarti May. J. Conch. 1861, p. 61.
Raouli May. J. Conch. 1890, VIII, 5.
Crassatella
{ *tumida* Lamk. Tourn.
{ *pseudotumida* Ben. Delbos.
Cardita
Bazini Desh. Tourn.
Arca
barbata Lam. Ben.
cardiiformis Bast. Horn. Wien, p. 331.
Pectunculus
angusticostatus Lamk. d'Orb. Ben.

Lithodomus
cordatus (*Modiola*) Lamk. Ben.
Gaasensis May. J. Conch. 1869, IX.
Avicula
Stampinensis Desh. Tourn.
Lima
Garansana May. J. Conch. 1861, III, 5.
Aquensis May. J. Conch. 1863, III, 3.
Pecten
Billaudeli D. Moul. Ben.
quinqueradiatus May. J. Conch. 1869, X, 7.
Spondylus
Cisalpinus Brong. Ben.
Ostrea
vulsellæformis d'Arch. Ben.
virgata Goldf. Raul. Delb.
punctifera Raul. Delb.
rudicula Raul. Delb.
Martinsii d'Arch. Raul. Delb.
Gaasensis May. J. Conch. 1887, p. 312.
Anomia
Girondica Math. Ben.

GASTÉROPODES

Tonicia
Gaasensis Ben.
Wattebledi Roch. Ben.
Lepidopleurus
Daubrei Roch. Ben.
Patella
acuminata Grat. I, 8-10 (Helcion)-d'Orb.
Fissurella
intermedia Grat. I, 27-28, d'Orb.
clypeata Grat. I, 23-24, d'Orb.
Emarginula
{ *clathrata* Desh. Grat. I. 11-14.
{ *subclathrata* d'Orb.
Pileopsis
ancyliformis Grat. I, 40-43. (Capulus-) d'Orb. (*Hipponyx*) Crosse.
Turritella
sublamellosa Grat. XV, 15, d'Orb.
{ *asperula* Brongn. Grat. XVI, 15.
{ *Cytherea* d'Orb.
{ *replicata* Brocc. Grat. XVI, 14.
{ *subreplicata* d'Orb.
{ *strangulata* Grat. XVI, 13, d'Orb.
{ *imbricata* Lamk. Grat. XVI, 12.
{ *subimbricata* d'Orb.
{ *suturalis* Grat. XV, 3, moule.
{ *subsuturalis* d'Orb.
Desmarestina Bast. Grat. XVI, 9-11, d'Orb.
Scalaria
decussata Lamk.? Desh.
Chemnitzia
semidecussta (*Melania*) Lamk. Héb.
{ *costellata* (*Melania*) Lamk. Grat, IV, 1.
{ *Gratteloupi* d'Orb.
Rissoa
Montagui Payr. Grat. IV, 57-58, d'Orb.
nana (*Paludina*) Desh. Grat. IV, 45-46, d'Orb,
{ *nitida* Defr. Grat. IV, 63-64.
{ *Nerina* d'Orb.
Rissoina
elegans (*Rissoa*) D. Moul. Grat. IV, 42-43, d'Orb.
Keilostoma
Souverbii Ben.
Solarium
Grateloupi Ben.
Actœon
cancellatus (*Tornatella*) Grat. XI, 30-31.
simulatus Sow. Ben.
Tornatina
exerta Desh. Ben.
Eulima
Moulinsii Grat. XIV, 2 (Trochus-), d'Orb.
Turbo
{ *lævigatus* Desh. Grat. XIV, 21.
{ *sublævigatus* d'Orb.
Fittoni Bast. Grat. XIV, 6-7.
variabilis Grat. XIV, 8, d'Orb.
multicarinatus Grat. XIV, 9, d'Orb.
{ *Parkinsoni* Bast. Grat. XIV, 14-17, 10, d'Orb.
{ *Meleagris* Grat. XIV, 18, d'Orb.
{ *Asmodei* Brong. Grat. XIV, 22-23.
{ *Gratteloupi* d'Orb.
{ *Anthonii* Grat. XIV, 20, d'Orb.

Lacuna
eburnœformis Sandb. d. Bouch.
Trochus
Bucklandi Bast. Grat. XIII, 17, d'Orb.
{ *cingulatus* Brocch. Grat. XIII, 14.
{ *subcingulatus* d'Orb.
Labarum Bast. Grat. XIII, 12, d'Orb.
{ *Boscianus* Brong. Grat. XIII, 10-11.
{ *Noœ* d'Orb.
Dargelasi Grat. XII, 20-21, d'Orb.
pyramidatus (*Delphinula*) Grat. XII, 15, d'Orb.
{ *monilifer* Lamk. Grat. XIII, 9.
{ *submonilifer* d'Orb.
{ *elegans* Gmel. Grat. XIII, 15.
{ *elegantissimus* d'Orb.
peregrinus May. J. Conch. 1863, III, 6.
Xenophora
Tournoueri Ben. du Bouch.
Trochotoma
Terquemi Desh. Ben.
Scissurella
Cossmanni de Pont. J. Conch. 1881, VII, 2.
Neritina
{ *pisiformis* Fer. Grat. V, 21-23.
{ *subpisiformis* d'Orb. Ben.
Natica
{ *cepacea* Lamk. Grat. VIII, 15.
{ *hemispherica* d'Orb.
retusa May. J. Conch. 1861, III, 2.
{ *maxima* Grat. VI, 1-2, VIII, 1.
{ *crassatina* (*Ampullaria*) Lamk. Grat. VI, 3, d'Orb.
Burdigalina Ben.
{ *distorda* (*Melania*) Lamk. Grat. IV, 14.
{ *similis* d'Orb. Ben.
Turbonilla
Tarbelliana (*Melania*) Grat. IV, 3, d'Orb.
tornatella (*Acteon*) Grat. XI, 53-58, d'Orb.
nitidula (*Acteon*) Grat. XI, 59-60, d'Orb.
Pyramidella
striatella Grat. XI, 82-83, d'Orb.
Ringicula
{ *ventricosa* Sow. Grat. XI, 10.
{ *subventricosa* d'Orb.
Sandbergeri Morelet. J. Conch. 1878, VI, 8.
Bulla
Labrella Fér. Grat. II, 10-13, d'Orb.
fallax Grat. II, 19-20, d'Orb.
cancellata Grat. II, 21-22, d'Orb.
plicatula Grat. II, 23-25, d'Orb.
crassatina Grat. II, 26, d'Orb.
marginata Grat. II, 27-28, d'Orb.
Bullina
Lajonkaireana (*Bulla*) Bast. Grat. Ben.
Auricula
{ *Judœ* Lamk. Grat. XI, 1.
{ *subjudœ* d'Orb.
Helix
{ *trochoides* Gmel. Grat. III, 5.
{ *subtrochoides* d'Orb.
aspera Grat. III, 9, d'Orb.
{ *depressa* Mont. Grat. III, 7-8.
{ *subdepressa* d'Orb.
{ *contorta* Ziegl. Grat. III, 15-17.
{ *subcontorta* d'Orb.
Ferussina
anostomœformis Grat. III, 12-14, d'Orb.
Paludina
{ *globulus* Desh. Grat. III, 43-44.
{ *Gratteloupi* d'Orb.
Delphinula
{ *Scobina* Brong. Grat. XII, 12-14.
{ *subscobinus* (*Turbo*) d'Orb.
{ *sulcata Chemn* Grat. XII, 16.
{ *subsulcatus* (*Turbo*) d'Orb.
{ *marginata* Lamk. Grat. XII, 19-21.
{ *Hellica* d'Orb.
Monodonta
gibberosa Grat. IX, 1-4, d'Orb.
{ *patula* Desh. Grat. IX, 9.
{ *subpatula* d'Orb.
{ *ponderosa* Desh. Grat. VII, 2-3, 5-6, *Delbosi*. Héb. d'Orb.
{ *ferruginea* Grat. VI, I, VII, 4, d'Orb.
{ *angustata* Grat. VIII, 1-5. d'Orb.
parvula Grat. VIII, 6, d'Orb.
Syrtica May. J. Conch. 1888, XIV, 3.

Deshayesia
neritoides (*Naticella*) Grat. X, 27-28, d'Orb.
Sigaretus
lævigatus Desh. Grat. XLVIII, 22.
sublævigatus d'Orb.
Cerithium
Koninckii Grat. XVIII, 1,5.
Ocirrhoe d'Orb.
tuberosum Grat. XLVIII, 10.
calculosum Bast. Grat. XVII, 27, d'Orb. Ben.
nassoides Grat. XVII, 20, d'Orb.
gibberosum A. Grat. XVIII, 3, d'Orb.
Testasii Grat. XLVIII, 3, d'Orb.
gibberosum B. Grat. XVIII, 26. d'Orb.
pullum May. J. Conch. 1861, p. 65.
impressum Grat. XLVIII, 5, d'Orb.
clathratum Desh. Grat. XVII, 14.
subclathratum d'Orb.
Boryanum Grat. XVIII, 12, d'Orb.
Lesbarritziense Grat. XLVIII, 9, d'Orb.
angulosum Grat. XVII, 3.
subangulosum d'Orb.
trochleare Grat. XVII, 8, 26.
subtrochleare d'Orb.
turrellum Grat. XVIII, 30, d'Orb.
parvulum Grat. XVIII, 32.
subparvulum d'Orb.
Terebellum Brocc. Grat. XVII, 24.
subterebellum d'Orb.
cinctum Brug. Grat. XVIII, 16.
subcinctum d'Orb.
Charpentieri Bast. Grat. XVII, 5, d'Orb.
Bellardi Grat. XVIII, 4, d'Orb.
lemniscatum Brong. Grat. XVIII, 21.
Ceres d'Orb.
conoideum Lamk. Grat. XLVIII, 6.
subconoideum d'Orb.
incertum Grat. XVIII, 25, d'Orb.
Diaboli Brong. Grat. XVIII, 10.
Burdigalium d'Orb.
trochleare Lamk. Heb.

Triforis
inversum (*Cerithium*) Lamk. Grat. XXIII, 31.
perversa Linn. du Bouch.
Turbinella
pugillaris Grat. XXII, 3.
subpugillaris d'Orb.
cancellata Grat. XXII, 17, d'Orb.
muricina Grat. XXIV, 18, d'Orb.
elegans Grat. XXII, 19, d'Orb.
buccinoides Grat. XXII, 20, d'Orb.
Fasciolaria
clavata Grat. XXIII, 15, d'Orb.
aculeata Grat. XXII, 2, d'Orb.
uniplicata Lamk. Grat. XXII, 4.
Gratteloupi d'Orb.
tuberosa Grat. XXII, 12, d'Orb.
polygonata Brong. Grat. XXII. 18, d'Orb.
subcarinata Grat. XXIII, 13, 14, d'Orb.
pyrulina Grat. XXII, 15, d'Orb.
Pyrula
minax Lamk. Grat. XXVI, 4, 9.
subminax (Fusus) d'Orb.
Tarbelliana Grat. XXVII, 1, 7 (Fusus-) d'Orb.
Fusus
intortus Lamk. Grat. XXIV, 12.
subintortus d'Orb.
glomoides Géné. Tourn.
— (*Chrisodomus*) du Bouch.
pagodula Grat. XXIV, 5, d'Orb.
Thorei Grat. XLVI, 17, d'Orb. (Pollia-) d. Bouch.
Triton
Hisingeri Grat. XXX, 25, d'Orb.
crassum Grat. XXIX, 20, d'Orb.
corrugatum Lamk. Grat. XXIX, 18,19.
subcorrugatum d'Orb.
clathratum Lamk. Grat. XXIX, 12.
subclathratum d'Orb.
Ranella
pygmæa Desh. Grat. XXX, 16.
subpygmæa d'Orb.
anceps. Lamk. Grat. XXX, 28, 30.
subanceps. d'Orb.
decurrens (*Fusus*) Grat. XXIV, 43-44, d'Orb.

Murex
- *subscalaroides* Tourn.
- *erinaceus* Linn. Grat. XXX, 18.
- *consobrinus* d'Orb.
- *Blainvillei* Payr. Grat. XXX, 32.
- *Triton* d'Orb.
- *quadrifrons* Lamk. Grat. XXXI, 10.
- *subquadrifrons* d'Orb.
- *trifrons* Grat. XXXI, 9, d'Orb.
- *exiguus* Duj. Grat. XXX, 33.
- *subexiguus* d'Orb.
- *Lyelli* May. J. Conch. 1861, p. 66, (*Pollia*) du Bouch.
- *Gaasensis* Tourn.
- *ornatus* Grat. XXXI, 11, d'Orb.
- *tricarinatus* Lamk. Grat. XXXI. 21.
- *subtricarinatus* d'Orb.
- *Lamarckii* Grat. XXX, 27, 36. d'Orb.

Typhis
- *Gaasensis* Tourn.
- *tripterus* (*Murex*) Grat, XXX, 22, d'Orb.

Pleurotoma
- *Belgica* Munst. d'Orb. Ben.
- *Vulpecula* Brocc. Grat. XX, 39.
- *subvulpecula* d'Orb.
- *pustulata* Grat. XX, 30.
- *crassinoda* D. Moul. d'Orb.
- *gibberula* Grat. XXI, 29, d'Orb.
- *Partschii* Grat. XX, 56, 72.
- ? *simplex* (*Fusus*) Grat. XXIV, 20,
- *subsimplex* (*Fusus*) d'Orb.
- *Deshayesi* May. J. Conch. 1861, p. 66.
- *Gratelupii* D. Moul. Grat. XX, 42, 44, XXI, 24, d'Orb.
- *filosa* Lamk. Grat. XX, 45.
- *subfilosa* d'Orb.
- *marginata* Lamk. Grat. XX, 46.
- *emarginata* d'Orb.

Conus
- *deperditus* Grat, XLIV, 18.
- *Gratteloupi* d'Orb.
- (*Strombus*) *conoideus* Grat. XXXIII, 5, d'Orb.

Ficula
- *cancellata* (*Pyrula*) Lamk. Grat. XXVIII, 8-11.
- *longicauda* (*Pyrula*) d'Orb.
- *elegans* (*Pyrula*) Lamk. Grat. XXVII, 13-14.
- *subelegans* (*Pyrula*) d'Orb.

Chenopus
- *oxydactylus* Sandb. du Bouch.

Strombus
- *latissimus* Lamk. Grat. XLVI, 3.
- *sublatissimus* d'Orb.
- *auricularius* Grat. XLVI, 1, d'Orb.
- *longævus* (*Fusus*) Lamk. Grat. XXIV, 6.
- *sublongævus* (*Fusus*) d'Orb.
- *fasciolarioides* Grat. XXXIII, 2, d'Orb.
- *subcancellatus* Grat. XXXII, 9, d'Orb.
- *stromboides* (*Fusus*) Grat. XXIV, 7, d'Orb.

Terebellum
- *convolutum* Lamk. Grat. XLII, 1.
- *subconvolutum* d'Orb.
- *fusiforme* Desh. Grat. XLII, 2-3.
- *subfusiforme* d'Orb.

Cassis
- *mamillaris* var. *ninor*. Grat. XLVII, 2, d'Orb.
- *elegans* Grat. XXXIV, 1, d'Orb.

Harpa
- *mutica* Lamk. Grat. XLVI, 21-22.
- *submutica* d'Orb.

Buccinum
- *costellatum* Grat. XXXVI, 42, d'Orb.
- *Serresii* (*Fusus*) Grat. XXIV, 42, d'Orb.

Oliva
- *Prestwichii* May. J. Conch. 1861, III, 7.

Ancillaria
- *anomala* Tourn.

Marginella
- *eburnea* Lamk. Grat. XLII, 38-40.
- *subeburnea* d'Orb.
- *splendens* Grat. XLII, 36-37, d'Orb.

Cypræa
- *ovulina* Grat. XLI, 1, d'Orb.
- *physis* Brocch. Grat. XLI, 8.
- *subphysis* d'Orb.
- *Prevostina* Grat. XLVII, 6, d'Orb.
- *flavicula* Grat. XLI, 21, d'Orb.
- *splendens* Grat. XLI, 9, 14, d'Orb.
- *columbaria* Lamk. Grat. XL. 17, XLI, 5.
- *subcolumbaria* d'Orb.
- *rugosa* Grat. XLI, 7, d'Orb.

Mitra
- *mutica* Lamk. Grat. XXXVII, 22.
- *submutica* d'Orb.
- *eburnea* Grat. XXXVII, 26, 28, d'Orb.
- *lævissima* Grat. XXXVII, 27, d'Orb.

Voluta
- *costaria* Lamk. Grat. XXXIX, 12.
- *subcostaria* d'Orb.
- *cytharella* Lamk. Grat. XXXIX, 15-16.
- *subcytharella* d'Orb.
- *mitræformis* Lamk. Grat. XXXIX, 18-19.
- *submitræformis* d'Orb.
- *harpula* Lamk. Grat, XXXIX, 13-14, 17.
- *subharpula* d'Orb.
- *ambigua* Lamk. Grat. XXXVIII, 14-15.
- *subambigua* d'Orb.

CÉPHALOPODES

Nàutilus
- *decipiens* Mich. Ben.

Appendice. — *Deshayesia* (*Naticella*) *neritoides* Grat. d'Orb.

Cette espèce, inconnue à Gaas, est assez commune à Lesperon avec les *Lesperonia princeps* Tourn., *Natica crassatina*, *N. angustata*, etc. Dans le jeune âge, la coquille possède un ombilic étroit, allongé ; la columelle est lisse ou présente une légère callosité lisse ; le labre est dépourvu de rides extérieures. A l'état adulte, le labre est muni extérieurement d'une demi-douzaine de rides et l'ombilic est recouvert par une callosité plus saillante que dans le *D. Parisiensis* Raul. ; celle-ci présente un gros pli supérieur isolé et plusieurs autres plus petits en nombre variable ; sur 20 individus, j'en ai trouvé :

3 avec 4 plis	6 avec 6 plis	1 avec 8 plis.
7 avec 5 plis	3 avec 7 plis	

Dans les vieux individus, le pli supérieur isolé est souvent doublé d'un petit, et il en est de même du premier de la callosité.

FIN DU QUATERNAIRE

par **M. TARDY** (1).

Il y a quelques années on creusait auprès de Paris, près de L'Isle-Adam, un canal de navigation à proximité de l'Oise. Dans cette fouille, on observait la coupe suivante : En haut sous la terre végétale sableuse cultivée, des graviers formant un banc de plus d'un mètre d'épaisseur, comprenant un grand nombre de lits réguliers, ce qui prouvait qu'ils ne formaient pas un dépôt accidentel. Au-dessous se trouvait une couche de sable qui avait été exploitée et qui se prolongeait assez loin, ainsi que les cailloux indiqués ci-dessus. Au-dessous se trouvait par places des graviers plus gros que ceux mentionnés ci-dessus, leur lit n'était pas continu mais il était toujours dans la même position stratigraphique, entre les deux mêmes assises, celle décrite ci-dessus et une argile bleuâtre sous-jacente. Au-dessous dans le fond de la fouille paraissait une argile noire coquillière, vers le point où se trouve aujourd'hui l'aval de l'écluse de ce canal.

Je n'aurai jamais songé à faire part de cette coupe, qui me paraît appartenir à la fin du quaternaire, à cause de son revêtement caillouteux qui se prolonge sur les rives de l'Oise, si une coupe identique ne m'avait été fournie dernièrement par une prairie des environs de Simandre (Ain). L'identité est si grande que tous les détails y sont les mêmes. Cette identité à plus de cinq cents kilomètres, dans des bassins fluviaux très différents, prouve une grande uniformité dans le climat de la fin de l'âge quaternaire, soit qu'on le prenne au pied du Jura, soit qu'on l'étudie dans le bassin de l'Oise, au Nord de Paris.

La coupe identique des environs de Simandre est située dans le vallon de la Chartreuse de Sélignat ; elle résulte de la coupure d'un pré sur plus de cent mètres de long, par un canal d'écoulement des

(1) Note présentée à la séance du 18 novembre, manuscrit remis le 15 novembre. Épreuves corrigées par l'auteur parvenues au secrétariat le 23 décembre 1895.

eaux qui, par suite d'un barrage ancien, formaient des sources et une partie marécageuse dans ce pré. Tout dans cette fouille indique aussi que les couches sont de la fin du quaternaire.

De l'identité de ces deux coupes, on peut conclure qu'à la fin du quaternaire, après une époque où les rivières ont formé sur leurs rives des dépôts de marais riches en végétaux et en coquilles, le régime est devenu plus torrentiel, et les mêmes rivières ont entraîné des sables d'abord et des graviers ensuite, tandis qu'à l'heure présente les mêmes rivières ne transportent qu'une vase fine et sableuse. Ces faits mettent en évidence une variation lente du climat qu'il serait impossible de saisir autrement.

Ni d'un côté, ni de l'autre, je n'ai su y trouver des objets archéologiques indiquant la présence de l'homme. Au point de vue paléontologique, notre confrère M. Berthelin a examiné les coquilles du canal de l'Isle-Adam, et y a reconnu la faune actuelle, comme il le dit plus loin. Néanmoins, dans cette dernière localité, le canal dont je donne la coupe est, ainsi que je l'ai expliqué ci-dessus, creusé dans les terrains quaternaires. Il est à peu près dans l'axe de la vallée, tandis qu'à droite et à gauche, au pied des côtes qui bordent la vallée de l'Oise, on voit des sablières qui ont fourni des silex taillés quaternaires. Cette circonstance semble indiquer que dans l'axe de la vallée, les dépôts de remplissage, qui sont nécessairement plus récents, doivent appartenir à l'époque de l'homme Magdaleinien.

Dans la vallée de l'Oise, la tranchée n'a pas touché le fond des argiles compactes noires, mais des fouilles des murs de l'écluse, on a extrait des cailloux roulés mêlés d'argile noire. Dans le pré de la Chartreuse de Sélignat, il est facile de voir que la coupe repose sur des cailloux roulés qui sont à découvert, en amont de la prairie, sur sa rive méridionale et se prolongent en aval jusqu'en dehors de la gorge, dans la vallée du Suran, où ils forment, de la Bouverie au Pont-Marcou, un vaste cône. Tous ces cailloux fortement roulés rappellent les grands dépôts diluviens dont l'origine première doit être glaciaire ; ici, il est rare de rencontrer des cailloux striés, mais on en trouve cependant çà et là quelques-uns. Le dépôt est en majorité calcaire, et on ne peut affirmer qu'il s'y mêle des cailloux alpins. Ces derniers sont assez nombreux dans la région, mais presque toujours épars et mis au jour par la charrue ; ils sont donc vers la surface et il reste à examiner s'il s'en trouverait dans l'intérieur des dépôts caillouteux, ce qui est assez difficile par suite de l'absence de tranchées et de fouilles au milieu de ces dépôts.

COUPES DÉCRITES :

PRÉ DE SÉLIGNAT (AIN)

N° 1,	Terre végétale	0m15.
2,	Lehm jaune-gris	0m10.
3,	Lit de cailloux	0m05.
4,	Argile jaune dure sableuse	0m10.
5,	Alluvion de cailloux roulés	0m05.
6,	Argile sableuse jaune	0m10.
7,	Menus graviers roulés épars	
8,	Argile noirâtre grise	0m10.
9,	Lits de graviers roulés épars	
10,	Argile veinée jaune et bleuâtre	0m40.
11,	Argile noire avec coquilles	
12,	Cailloux roulés	

CANAL DE L'ISLE-ADAM (SEINE-ET-OISE)

Terre végétale	0m15 à 0m20.
Lehm rouge	0m30.
Lit de terre et cailloux	0m10.
Lehm sableux	0m15.
Alluvion de silex roulés	2m00.
Sables	0m40.
Cailloux épars et argile grise	0m50.
Argile bleuâtre	0m60.
Argile noire avec coquilles	2m00.
Cailloux roulés	

Les deux coupes ne sont pas immédiatement identiques, mais les conditions dans lesquelles j'ai observé la coupe de l'Oise, dans une tranchée qui n'était pas absolument fraîche, me permet de soupçonner l'existence des deux lits de cailloux épars (7 et 9) accompagnés d'argile grise (8). Dans la coupe de l'Isle-Adam, parmi ces cailloux, les uns étant au-dessus et les autres en dessous de l'argile, j'avais cru ces derniers éboulés du lit supérieur.

Les différences d'épaisseur des couches dans les deux coupes s'expliquent par les différences de débit actuel des deux cours d'eau. L'une est l'Oise, rivière rendue navigable par une série de barrages accompagnés d'écluses, l'autre est un ruisseau d'un mètre de large, dont le courant est rendu continu par la source qui l'alimente sur le milieu de son parcours. En amont de la source, les cailloux erratiques n° 12 sont à peine recouverts d'un peu de terre sur la rive du torrent. A partir de la source les dépôts quaternaires 2 à 11 existent. Il y a là une différence que la continuité du débit de la source peut seule expliquer.

La source est une fontaine vauclusienne dont les eaux ont formé des tufs épais et compacts qui ont servi à l'assiette de la Chartreuse de Sélignat. Ces eaux coulent sur les marnes oxfordiennes et descendent à travers les calcaires jurassiques supérieurs du plateau d'Arnans. Cette source, quoique variable dans son débit, est absolument constante. Elle sort à mi-côte au sud du plateau d'Arnans, dans la gorge de Sélignat, qui est une fracture en travers de la chaîne, faite à une époque postérieure au crétacé.

Pour répondre au désir que lui en a exprimé M. Tardy, M. Berthelin ajoute la note suivante :

Autant que j'ai pu m'en assurer dans une courte visite aux travaux de l'écluse de l'Isle-Adam, la faune des argiles noires est tout à fait conforme à celle qui vit aujourd'hui dans la région. J'y ai reconnu :

Limnœa palustris Müll. sp., individus assez petits.

— *subvar. gracillima.* Audreœ.

— *truncatula* Müll. sp.

Bythinia tentaculata L. sp., représentée par les divers formes actuellement vivantes.

Unio batavus Mat. et Rack. sp., du groupe d'*U. tumidus*, voisine de la forme *lacustris*, Rssm. in Westerl. (Faune palœarkt), mais encore plus étroite, plus allongée, avec un rostre non tronqué, subaigu, incurvé inférieurement. La *f. lacustris* existe d'ailleurs dans la Seine, en amont de Paris, au-dessous de Montereau.

NOTE

SUR L'AGE DE QUELQUES AFFLEUREMENTS CRÉTACÉS

DE L'OUEST DU DÉPARTEMENT DE LA DROME [1]

par **V. PAQUIER** (2).

Comme l'a indiqué M. E. Fallot (3), la série crétacée de Nyons (Drôme) se termine par des grès rougeâtres lignitifères à Hippurites.

Aux détails déjà fournis par cet auteur je puis, à la suite de récentes explorations, ajouter que ces grès rougeâtres, quartzeux, passent verticalement à de véritables poudingues à galets de quartz. Sur les Rudistes que j'y ai recueillis, M. Douvillé a reconnu *Hippurites resectus* Defr. et *H. Requieni* Math., formes angoumiennes, la première surtout.

Il convient donc de rapporter au Turonien toute la série qui surmonte le Cénomanien et dont les termes supérieurs étaient jusqu'à ce jour considérés comme sénoniens.

De même, à Dieulefit, le grès vert d'herbe des Rouvières, qui a fourni une intéressante faune d'Ammonites, a été placé successivement à divers niveaux depuis que M. Fallot l'a parallélisé avec le Campanien.

En 1885, M. Arnaud (4) fait remarquer que presque toutes les formes du grès vert de Dieulefit se rencontrent dans le Coniacien

(1) Communication faite à la séance du 16 décembre 1895. Manuscrit remis le même jour. Epreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 20 janvier 1896.

(2) Note rédigée au Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Grenoble.

(3) *Crétacé du S.-E. de la France*, ouvrage dans lequel M. Fallot a exposé avec beaucoup de soin les opinions des différents auteurs sur cette question et notamment celle de Lory qui parallélisait les grès de Dieulefit avec ceux d'Uchaux et rapportait ainsi les assises inférieures au Turonien.

(4) *B. S. G. F.*, 3e sér., t. XIV, p. 45.

du S. O. et dans le tableau qui accompagne son Mémoire il fait rentrer le niveau en question dans cette subdivision. Par suite il classe dans son Provencien les assises immédiatement inférieures, notamment les calcaires à silex noirs, à *Micraster* et *Echinocorys gibba* Lamk.

L'année suivante, M. Toucas (1), reprenant la même question, pense que contrairement à l'opinion de M. Arnaud, il convient de rapporter ces assises à *Micraster* au Sénonien et après une comparaison avec la série supracrétacée du Beausset, conclut en maintenant dans son Santonien ou Sénonien inférieur les grès de Dieulefit et les calcaires à *Micraster* sous-jacents.

Grâce aux belles études de M. de Grossouvre (2), les Ammonitidés du Crétacé supérieur sont actuellement connues de façon à ce que l'on puisse en toute certitude admettre la prépondérance de leur témoignage sur celui d'autres faunes dans l'établissement d'un parallélisme avec les successions de contrées diverses. Voici d'ailleurs, à cet effet, la liste des Ammonites de Dieulefit modifiée d'après les indications éparses dans le Mémoire auquel il est fait allusion plus haut.

Tissotia Robini Thioll. sp.
(Buchiceras Ewaldi Fallot).
T. Slizewiczi Fallot sp.
Barroisiceras Haberfellneri V. Hauer sp.
(Buchiceras Nardini Fallot).
Gauthiericeras bajuvaricum Redt. sp.
(Schlœnbachia Isamberti Fallot).
Peroniceras Czőrnigi Redt. sp.
(*P. L'Epei* Fallot sp. est probablement une mutation de ce type).

Dans le N.-O. du département de la Drôme, au pas de Lauzens, dans la forêt de Saou, M. Fallot a cité comme provenant de près du Crétacé supérieur : *Am. Emscheris* Schlűter et *Am. texanus* Rőm., se rapportant plutôt à la variété décrite par Redtenbacher sous le nom d'*Am. quinquenodosus* (Gosau, Ceph. pl. XXIV, fig. 3). Or, ce type de l'*Am. quinquenodosus* est précisément réuni par M. de Grossouvre à *Mortoniceras texanum* Rőm. sp. Quant à *Am. Emscheris* Schlűter, elle passe en synonymie de *Mortoniceras serrato-marginatum* Redt. sp.

La constitution du Crétacé supérieur de cette localité est en tout

(1) *B. S. G. F.*, 3e sér., t. XV, p. 149.
(2) Les Ammonites de la Craie supérieure.

point analogue à celle du bassin de Dieulefit, on y retrouve également des Calcaires blanchâtres crayeux qui ne sont autres que les représentants des Calcaires à Micraster de Dieulefit.

Si l'on compare la faune énumérée plus haut avec celle du Crétacé de France et de Gosau, on s'aperçoit immédiatement que toutes ces espèces se répartissent entre le Coniacien inférieur et la base du Santonien. En effet :

Tissotia Robini se rencontre dans le Coniacien, à Pons (Charente-Inférieure).

T. Slizewiczi existe au même niveau dans cette localité ainsi qu'à Toutyfaut, près Angoulème, et aux Eyzies (Dordogne).

Barroisiceras Haberfellneri est caractéristique du Coniacien inférieur du S.-O.

Gauthiericeras bajuvaricum a été signalé dans la Craie de Villedieu et à Cognac, dans le Coniacien inférieur.

Peroniceras Czőrnigi est connu dans le Coniacien de St-Wolfgang.

Enfin *Mortoniceras serrato-marginatum* a été indiqué dans le Coniacien et le Santonien inférieur de l'Aquitaine, de la Touraine et des Corbières, et *M. texanum* se trouve dans le Santonien inférieur de Pons, des Corbières et de St-Wolfgang.

On voit qu'à l'exception de *Tissotia Slizewiczi* spéciale au Coniacien de France, toutes les autres formes se rencontrent également à Gosau et sont du Coniacien sauf *Mortoniceras texanum* qui provient du Santonien inférieur.

Il en résulte que, pour la région de Dieulefit, la série des assises comprises entre le Cénomanien et le grès vert des Rouvières doit être rapportée au Turonien et les grès vert d'herbe au Coniacien. C'est d'ailleurs l'opinion à laquelle s'était arrêté M. Arnaud (l. c.), puis M. de Grossouvre qui, en 1890, dans la légende de la feuille Valençay, a parallélisé les grès de Dieulefit avec les couches de Cognac et la base de la Craie de Villedieu ; le rapprochement avec la succession des couches de Gosau vient donc confirmer cette attribution qui semble devoir être définitive.

De même, à la forêt de Saou, les couches occupant une situation analogue par rapport au grès grossier verdâtre qui a fourni des espèces de Villedieu (M. Fallot) doivent être rattachées au Turonien, et le Coniacien est représenté par le grès à *Mortoniceras serrato-marginatum* sur lequel reposent les sables et marnes à lignites qui terminent ainsi la série crétacée.

Il en est de même à Dieulefit, où les grès à Ammonites passent verticalement à des couches sableuses à lignites. Ainsi donc, à

Dieulefit, dans la forêt de Saou, à Nyons, la série crétacée se termine par des formations plus ou moins littorales et la succession des assises semble nettement témoigner d'une progressive diminution de profondeur de la mer crétacée, arrivant à réaliser ainsi une sexondation de ces régions qui, très probablement, furent épargnée par la transgression campanienne.

En examinant la répartition géographique de ces différents niveaux à lignites, on voit bientôt que dans une zone comprise entre le Rhône et une ligne passant à l'O. de la forêt de Saou, contournant le bassin de Dieulefit et laissant Nyons un peu à l'O., la série crétacée s'arrête au Turonien supérieur qui se termine à Nyons, à St-Paul-Trois-Châteaux (1), à Uchaux ?, par des couches sableuses, lignitifères, avec des bancs d'*Hippurites resectus* Defr. (2). Dans une zone contiguë à la précédente, comprenant la forêt de Saou et Dieulefit, les dépôts marins du Crétacé cessent après le Coniacien ou le Santonien inférieur et la région semble être restée émergée pendant la fin de la période crétacée (3). Enfin, à l'E. se montre le Campanien représenté notamment par les Calcaires à Silex de la Drôme et des Hautes-Alpes.

A en juger par ces faits, la mer turonienne s'étendait donc jusqu'auprès du Rhône actuel ; par contre elle était en bien des points peu profonde et respectait mainte terre émergée dans le Dévoluy, le Diois et le Vercors (MM. Sayn et P. Lory). A la fin du Turonien elle s'était déjà retirée de façon à ne plus baigner à l'Est, pendant le Sénonien inférieur, que Dieulefit et la forêt de Saou. Elle continua encore sa retraite, et la période campanienne pendant laquelle elle alla recouvrir les îlots que le Turonien et le Sénonien inférieur avaient respectés ne la ramena point sur ces contrées qu'elle avait, semble-t-il, définitivement abandonnées.

(1) Le type de cette espèce provient de Saint-Paul-Trois-Châteaux, et le gisement en a été sans doute retrouvé par Fontannes. Il cite dans la légende de la Coupe de Saint-Paul (pl. I), une couche à petits Rudistes, surmontant les grès à *Am. Requieni.* (*Ter. Tert. supes du Hte-Comtat*).

(2) La présence de cette espèce à Uchaux m'a été indiquée par M. Douvillé auquel j'offre ici tous mes remercîments.

(3) C'est vraisemblablement à cette zone qu'il convient de rattacher les affleurements de Puygiron et d'Espéluche, dont la succession se montre parfaitement comparable à celle de Dieulefit et du pas de Lauzens.

ÉTUDE STRATIGRAPHIQUE DU MASSIF CRÉTACÉ

du

LITTORAL DE LA PROVINCE DE BARCELONE[1]

par le Chanoine **Jaime ALMERA** (2).

La région littorale du S.-O. de la province de Barcelone est constituée principalement par le Crétacé inférieur bordé par le Trias, qui le supporte directement, et par le Tertiaire supérieur, c'est-à-dire l'Helvétien et le Tortonien, qui recouvre une grande partie du Crétacé.

Pour ce qui concerne son extension géographique, le Crétacé forme deux lambeaux, l'un au Nord, l'autre au Sud de la vallée tertiaire appelée le *Panadès*. Le lambeau du Sud constitue le massif de Begas, et serait bien mieux nommé massif d'Olivella, car c'est ce village, et non Begas, qui occupe sa partie centrale. Ce lambeau est compris entre le littoral au Sud, et le *Panadès* au Nord, et il s'étend du S.-O. au N.-O., de Castelldefels au-delà de Vendrell, sur une longueur de 50 kilomètres, avançant dans la province de Tarragone.

Le lambeau situé au nord du *Panadès* constitue le massif de Marmellà, et il s'étend de l'est à l'ouest, de Vilovi jusqu'au-delà de Montmell, sur une longueur de 18 kilomètres, et il est limité par le *Panadès* au sud et le chaînon triasique de Notre-Dame-de-Foix et Pontons au nord.

Détaillant davantage la Note que j'ai lue devant l'Académie (3) à la

(1) Communication faite dans la séance du 4 novembre 1895 ; manuscrit remis le 15 décembre. Epreuves corrigées par l'auteur, parvenues au Secrétariat le 20 janvier 1896.

(2) *Nota.* — Un certain nombre de fossiles cités dans cette note et qui feront l'objet d'un travail spécial, ont été déterminés au Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Grenoble par M. le Prof. W. Kilian. Les Rudistes ont été étudiés par M. V. Pâquier au même laboratoire.

(3) Academia de Ciencias y Artes de Barcelone.

séance du 26 Mai (1893) sur ces terrains, et la complétant par les résultats postérieurement obtenus durant les courses et explorations que j'ai faites dans deux lambeaux crétaciques, j'ai établi de bas en haut la série stratigraphique suivante que j'ai pu débrouiller après beaucoup de travail :

1° Dolomie de couleur foncée et même noirâtre, quelquefois d'un aspect bréchiforme, sans fossiles. Elle repose sur le niveau le plus élevé du Trias et forme la bordure de toute la formation crétacée inférieure qui s'étend jusqu'à la province de Tarragone. Elle a une épaisseur variable, mais il y a des endroits, comme du côté de Castelldefels, où elle atteint 120 mètres.

Elle présente des alternances avec des calcaires noirâtres d'eau douce, renfermant des *Paludestrina*, etc. Cette alternance est bien manifeste dans la bordure littorale.

2° Au-dessus de la dolomie viennent des calcaires bitumineux, foncés ou brunâtres, d'origine lacustre. Ils constituent une masse formée de lits ou de lames parfois presque schisteuses, pétris dans certains niveaux des *Paludestrina*, *Bythinia*, *Physa* indéterminables. Ils présentent le faciès (du type du Wealdien) du nord de l'Espagne et de l'Angleterre. Les calcaires sont de peu de dureté, fragiles et légers. Leur épaisseur atteint 30 mètres.

3° Ces lits de calcaire lacustre sont surmontés par des alternances de couches calcaires saumâtres et marines. Les couches saumâtres renferment des *Bythinia*, et présentent le même faciès sédimentaire que les précédentes; les couches marines contiennent des Chamidés (*Valletia?*), spathisés et des Ostreides indéterminables, et ne présentent pas le même aspect que les couches lacustres ; elles sont plus dures et d'une plus grande densité.

Les calcaires marins à Chamidés présentent parfois une cassure irrégulière, d'un gris de fumée. Il y a des endroits où cette assise a environ 1,000 mètres d'épaisseur (De Vallirana à Olesa).

4° Au-dessus de l'assise précédente, les calcaires marins à Chamidés accusent une complète indépendance par rapport aux formations lacustres et saumâtres et forment une masse bien distincte par sa couleur blanchâtre et très développée : ils ont du côté de la mer presque 100^{m} de puissance. On y distingue deux niveaux.

a. A la base, outre les Chamidés qui sont très fréquents, on recueille des Ostreides (*Placunopsis* ?) ainsi que :

Cerithium sp.
Janira valanginiensis Pict. et Camp.
Perna sp., aff. *Ricordeana* d'Orb.
Ostrea macroptera Sow.
Terebratula Sueuri Pict.
Nonionina Villersensis de Lor.

b. A un niveau plus élevé dans la même masse de calcaire, mais dans des bancs jaunâtres, on trouve :

Turbo intermedius Land.
Turbo sp.
Natica Coquandiana d'Orb.
Cassiope turrita Coq.
Cassiope Lujani, var. *Verneuili* Coq.
Cassiope Helvetica Vern. et Lorière.
Ostrea macroptera Sow.

5° Au-dessus du calcaire précédent reposent 150 mètres de calcaires marneux, fossilifères, avec une faune abondante, tout-à-fait littorale. Cette assise ne se présente bien développée que dans la petite région littorale de Garraf : elle est caractérisée par des types qu'on ne trouve dans aucune autre localité du Crétacé inférieur de notre province.

Ces marno-calcaires reposent en concordance de stratification sur le calcaire dur précédent, qui occupe une extension plus grande; mais leurs caractères ne sont pas les mêmes, ils contiennent des Chamidés *(Monopleurinées)* dans quelques couches.

On y peut distinguer deux assises : *a*. L'assise inférieure conserve quelques-uns des caractères et le faciès des couches sous-jacentes. Elle présente des portions tout-à-fait marneuses, fossilifères, friables, jaunâtres, avec

Cardium.
Protocardia.
Ostrea sandalina Gold.
Anomia.
Nucula.
Perna.
Avicula cf. *supracorallina* Et.
Arca.
Leda.
Lucina.
Astarte bulla Goldf.
Pholadomya semicostata Agas.
Pteromya.
Anatina.
Corbula Forbesiana de Lor.
Corbula cf. *inflexa* Roemer.
Cyrena cf. *Villersensis* de Lor.

b. L'assise supérieure est moins puissante et plus marneuse ; les couches présentent un aspect stratifié plus net. Ils sont moins durs et contiennent :

Nerinæa Utrillasi Vern. et Loriere.
Nerinæa Dupiniana d'Orb.
Nerinæa Carteroni d'Orb.
Bulla avellana Pict. et Camp.
Janira atava d'Orb. — c.
Ostrea Boussingaulti d'Orb.
Trigonia caudata Agaz.
Tellina aff. *Carteroni* d'Orb.
Psammobia Studeri Pict. et Ren.
Pholadomya Trigeriana Cott. — c.
Ph. Cornueliana d'Orb.
Thracia Carteroni d'Orb.
Corbula Edwardsi Sharp.
Operculina aff. *cruciensis* Pict. et Renev. — c. etc.

6° Au-dessus de ces calcaires marneux, dans lesquels on commence à trouver des *Trigonia* et qui, probablement, forment la

partie supérieure du Néocomien à faciès littoral, se développe une série plus puissante de calcaires, avec un premier lit d'*Orbitolina conoidea* A. Gras, *O. discoidea* A. Gras, toujours à la base. C'est la partie des calcaires connue des géologues qui se sont occupés de notre Crétacé inférieur, qui a été attribuée au Néocomien supérieur (Aptien). Sa puissance est énorme, car on voit et on peut suivre les couches superposées avec *Orbitolina* pendant plus de 15 kilom. de l'Est à l'Ouest, plongeant toujours vers l'Ouest ; elle dépasse les 500 mètres que M. Landerer donne au Crétacé inférieur de Castellon. En commençant par les couches les plus anciennes, on relève à Garraf la coupe suivante :

a. Marnes et calcaires marmoréens, quelquefois pétris d'Orbitolines (20 à 120 mètres) avec :

Orbitolina conoidea A. Gras.
— *discoidea* A. Gras.
Heteraster oblongus d'Orb. c.
Rhynchonella lata d'Orb.
Terebratula sella Sow.
Ostrea Boussingaulti d'Orb.
Janira Morrisi Pict. et Renev.
Plicatula placunea Lam.
Lima Cottaldina d'Orb.
Requienia Lonsdalei auct.
Pinna Robinaldina d'Orb.
Circe sp.
Pholadomya spheroidalis Coq.
Pterocera pelagi Brong.
Trochus logarithmicus Land.
Tylostoma Rochatianum d'Orb.
Cassiope Pircuetana Vila., etc.

b. Marnes minces et calcaires, quelquefois blanchâtres, jaunâtres avec *Orbitolina* et *Echinospatagus Collegnoi*.

Les espèces de cette assise sont les suivantes :

Orbitolina discoidea A. Gras.
— *conoidea* A. Gras.
Echinospatagus Collegnoi d'Orb.— c.
Heteraster oblongus d'Orb. r.
Dendrogyra Carmonae Mallada.
Pseudodiadema dubium Agaz.
Pyrina sp.
Pygaulus ovatus Agaz.
Rhynchonella lata d'Orb.
Terebratula sella Sow.
Exogyra Couloni Defr. var. *aquila* Sow.
Janira Morrisi Pict. et R.
Lima Cottaldina d'Orb. *cc.*
Pinna Robinaldina d'Orb.
Arca.
Isocardia neocomiensis d'Orb.
Tapes paralella Coq.
Natica.
Tylostoma Rochatianum d'Orb.
Acanthoceras cfr. *Milletianum* d'Orb.
Acanthoceras sp.
Sonneratia ? sp.
Anisoceras (*Ancyloceras*) *Carcitanense* Math.
Hamites, etc.

Près de Villanueva et Geltru, entre las Mesquitas et le sommet de Puig Florit (Castellet), on relève de bas en haut la coupe suivante :

Sur des calcaires durs qui correspondent aux assises 3° et 4°, reposent :

a. Des marnes friables fossilifères à *Orbitolina* (1er niveau), *Echinospatagus Collegnoi* et *Rhynchonella lata* (50 mètres).

b. Bancs calcaires à *Requienia* (70 mètres).

c. Marnes blanchâtres à Céphalopodes formant des lits nettement stratifiés et contenant, à leur partie supérieure, *Orbitolina* (2e niveau), *Echinospatagus Collegnoi, Ostrea Couloni* (65 mètres).

d. Bancs calcaires durs à *Requienia* (20 mètres).

e. Troisième niveau de marnes friables à *Orbitolina* (2 mètres) (3e niveau).

f. Bancs calcaires à *Requienia* (12 mètres).

Les espèces recueillies au 1er niveau à *Orbitolina*, sont les suivantes :

Orbitolina lenticulata A. Gras.
— *discoidea* A. Gras.
Collyrites oblonga d'Orb.
Discoidea decorata Desor.
Echinospatagus Collegnoi d'Orb. c.
Rhynchonella lata d'Orb. c.
Lima Cottaldina d'Orb. c.
Pinna Robinaldina d'Orb.
Arca sp.
Trigonia Sanctæ-Crucis Pict. et Camp.?
Panopæa nana Coq.
Lithodomus Archiaci d'Orb.
Cypricardia nucleus Coq.
Nautilus sp.
Polypiers.
Spongiaires, etc.

Dans le 2e niveau, on trouve :

Orbitolina discoidea A. Gras.
— *conoidea* A. Gras.
Collyrites oblonga d'Orb.
Pseudodiadema dubium Gras.
Salenia Prestensis Desor.
Echinospatagus Collegnoi d'Orb. cc.
Rynchonella lata d'Orb.
Terebratula sella Sow.
— *tamarindus* d'Orb. c.
— *depressa* sp.
Exogyra Couloni Defr. var. *aquila* Br. (*O. aquila* Brong).
Exogyra conica Sow.
Alectryonia macroptera Sow. sp.
Anomia lævigata Sow.
Pecten sp.
Janira Morrisi Pict. et Ren.
Plicalula placunea d'Orb.
— aff. *radiola* Lk..
Lima Cottaldina d'Orb.
Hinnites Favrinus Pict. et Camp.
Perna Mulleti Deshayes?
Pinna Robinaldina d'Orb,
Mytilus æqualis Sow.
Lithodomus affl. *obesus.*
Arca neocomiensis d'Orb.?
— *Marullensis* d'Orb.
— *carinata* Sow.
Arca sp.
Astarte elongata Pict.
Cardium aff. *bidorsatum* Coq.
— *Euryalus* Coq.
— *cottaldinum* d'Orb.
Cyprina curvirostris Coq. var.
— *Saussurei* Pict. et Ren.
Fimbria corrugata Sow.
Cypricardia nucleus Coq.
Panopæa lata Ag.
— *attenuata* Ag.
— *plicata* Pict. et Ren.
Trigonia longa d'Orb. ?
Rostellaria sp.
Pleurotomaria gigantea Sow.
Turbo Zarkoi Ver. et Lor.
Trochus sp.
Natica Corneliana d'Orb.
— *Coquandiana* Pict.
— *eremitica* Land.

Natica bulimoides d'Orb. in Pict.
— *Sharpei* Land.
— *rotundata* Sow.
Tylostoma Rochatianum d'Orb.
Cerithium Verneuili d'Orb.
Nautilus plicatus Pict (= *Requienianus* d'Orb.).
Nautilus sp.
Ammonites (*Hoplites*) *consobrinus* d'Orb. (= *Deshayesi* d'Orb.).
— (*Hoplites*) *lurensis* Kil.
Ammonites (*Acanthoceras*) *Martini*? d'Orb.
— (*Acanthoceras*) gr. *Martini* d'Orb.
— (*Acanthoceras*) gr. *Milletianum* d'Orb.
— (*Acanthoceras*) *Cornuelianum* d'Orb.
— (*Acanthoceras*) cf. *Stobiescki* d'Orb.
Ancyloceras (groupe du *Matheroni*).

Dans le 3e niveau, les fossiles sont plus rares, car son épaisseur est beaucoup moindre.

Orbitolina discoidea A. Gras.
— *conoidea* A. Gras.
Cardium.
Cyprina, etc.

A peu de distance de Puig-Florit, vers le N.-E., dans l'endroit nommé *la Vall*, on voit reposer en discordance de stratification sur des calcaires qui viennent occuper le niveau plus élevé, un petit lambeau marneux dans lequel on distingue de bas en haut deux assises :

a. Marnes argileuses bleuâtres peu dures de plus de 50 mètres d'épaisseur avec beaucoup de Céphalopodes :

Nautilus Requienianus d'Orb.
Nautilus sp.
Acanthoceras cf. *Stobiescki* d'Orb.
Ancyloceras aff. *Matheroni* d'Orb.
— *Vaucherianus* Pict.
Anisoceras (*Ancyloceras*) *Carcitanense* Math.
Desmoceras sp.
Toxoceras voisins d'*Anisoceras nerthense* Math.
Phylloceras Morelianum d'Orb.
Terebratula Dutempleana d'Orb. ?
Plicatula radiola Lk.

b. Marnes friables, jaunâtres, du niveau moyen, avec :

Tylostoma sp.
Epiaster distinctus d'Orb.
Catopygus cylindricus Desor.
Orbitolina sp.

A 4 kilomètres au N. de ce massif infracrétacé existe le chaînon de Castellvi de la Marca-Montmell, où les assises sont assez tourmentées.

On y relève, de bas en haut, la coupe suivante, du côté de Castellvi à l'Ouest.

Au-dessus des calcaires à *Bythinia* et *Cerithium* surmontés par des bancs de calcaires dolomitiques, durs, sans fossiles, reposent :

a. Calcaires gréseux fossilifères formant des bancs bréchoïdes,

friables, quelques-uns jaunâtres, avec des calcaires marneux intercalés, portant des Polypiers et des Rudistes (25 mètres) 1er niveau.

Orbitolina discoidea A. Gras.
— *conoidea* A. Gras.
Heteraster oblongus d'Orb.
Rhynchonella lata d'Orb.
Terebratula prœlonga Sow.
— *sella* Sow.
— *tamarindus* Sow.
Ostrea præcursor Coq.
Ostrea Boussingaulti d'Orb.
— *aquila* Sow.
Janira Morrisi Pict. et Ren.
Lima Cottaldina d'Orb.
Requienia Lonsdalei auct.
Toucasia carinata Math. sp. c.
Polyconites cf. *Verneuili* Bayle.
Horiopleura sp. nov. c.
Lithodomus avellana d'Orb.
Trigonia caudata Ag. — c.
Cardium Euryalus Coq.
— *amanum* Coq.
Cyprina curvirostris Coq.
Fimbria corrugata Sow.
Tapes cf. *paralella* Coq.
Anatina sp.
Panopœa sp.
Nerinœa Renauxiana d'Orb.
— *Coquandiana* d'Orb.
— *gigantea* d'Hombre-Firmas.
— *Archimedis* d'Orb.

b. Marnes jaunâtres, noduleuses, friables (25 mètres) avec :

Orbitolina discoidea A. Gras.
— *conoidea* A. Gras.
Heteraster oblongus Luc.
Trigonia caudata Ag.

c. Calcaires en bancs de peu d'épaisseur avec des dolomies intercalées (70 mètres) :

Heteraster oblongus d'Orb.
O. Boussingaulti d'Orb.
Requienia Lonsdalei auct. — c.
Arca sp.
Arca sp.
Astarte sp.
Pteroceras sp..
Serpula filiformis Sow., etc.

d. 2e niveau de marnes calcaires gréseux, jaunâtres, renfermant des Polypiers et des Rudistes (4 mètres).

e. Marnes jaunâtres très fossilifères, contenant les mêmes espèces à peu près que le niveau *a* (20 mètres).

f. Calcaires compacts à *Requienia* (55 mètres).

Du côté du N.-O-O. ou Marmellà (province de Tarragone), on relève la coupe suivante au-dessus du niveau le plus élevé du Trias :

a. Dolomie foncée de teinte sombre.
b. Calcaire avec *Bythinia,* Chamidés.
c. Calcaire avec Chamidés.
d. Calcaire jaune, ferrugineux, avec des couches marneuses très fossilifères.
e. Marnes rouges, pauvres en fossiles.
f. Marnes jaunes, fossilifères.
g. Calcaire compact.

Le niveau *d* est le plus fossilifère et il contient presque toutes les espèces de l'assise *a* de l'autre coupe, les *Rudistes* excepté.

Orbitolina discoidea et *conoidea* A. Gras.
Heteraster oblongus d'Orb.
Rhynchonella Gibsi Sow.
Terebratula sella Sow.
Ostrea Boussingaulti d'Orb.
Janira Morrisi Pict. et Ren.
Lima Cottaldina d'Orb.
Trigonia caudata Aga. *c.*, etc.

Enfin, il y a, en ce point, une faune très riche à étudier, bien nettement aptienne, mais elle ne contient pas d'*Ammonites*; on y a seulement trouvé une *Oppelia* (ou *Placenticeras ?*), très rare.

En résumé, nous avons ici une série de couches qu'on peut attribuer à peu près aux étages suivants :

1. Dolomie avec des calcaires renfermant *Paludestrina*, etc. 2. Calcaires bitumineux lacustre.	Wealdien.
3. Calcaires saumâtres et marins avec *Valletia* ? 4. Calcaire marin avec *Janira valanginiensis*, etc.	Néocomien inférieur.
5. Calcaire marneux avec faune intacte, avec *Pholadomya semicostata*, *Ph. Trigeriana*, *Janira atava*.	Néocomien supérieur.
6. Marnes avec *Toucasia carinata*, *Polyconites* cf. *Verneuili*.	Barrémien faciès littoral (Urgonien).
7. Calcaires et marnes avec *Ammonites consobrinus*, *Nautilus plicatus*. 8. Marnes avec *Trigonia caudata*, *Heteraster oblongus*.	Aptien (faciès pélagique). Aptien (faciès littoral).
9. Marnes bleuâtres avec *A. Stobiescki*, *Anisoceras carcitanense*, *Phylloceras Morellianum*.	Aptien supérieur.
10. Marnes friables jaunâtres avec *Orbitolina* sp. *Epiaster distinctus*.	Albien.

SUR LES TERRAINS CRISTALLINS, D'AGE PROBABLEMENT TERTIAIRE,

DES MONTAGNES DE L'EYCHAUDA, DE SERRE-CHEVALIER & DE PROREL

PRÈS DU BORD ORIENTAL DU MASSIF DU PELVOUX

par **M. P. TERMIER** (1).

(Planche VII).

On sait que la limite orientale du massif granulitique et gneissique du Pelvoux est déterminée par l'affleurement d'une bande de terrains tertiaires (calcaire nummulitique avec conglomérats et schistes subordonnés ; grès et schistes du Flysch) qui reposent, à l'Ouest, directement sur la granulite, et qui, plissés isoclinalement, s'enfoncent à l'Est sous les calcaires du Lias ou du Trias, offrant ainsi un remarquable exemple de la *transgression nummulitique*. Le passage de cette bande tertiaire se traduit, dans la topographie, par une dépression très accentuée (vallée de la Guisanne en amont de Monêtier, col de l'Eychauda (2), vallées de l'Eychauda et du Gyr), qui sépare le haut pays granulitique d'une région toute différente d'aspect, la région briançonnaise. Dans celle-ci, la note dominante du paysage est donnée par les calcaires, extrêmement puissants, du Trias et du Lias (*Calcaires du Briançonnais,* de C. Lory). Ce sont eux, presque toujours, qui forment les crêtes, murailles ruinées et déchiquetées, ou massifs imposants limités par des abrupts et semblables à des citadelles. Dans les vallées, on les voit reposer sur les quartzites, dont l'épaisseur paraît très variable,

(1) Communication faite à la séance du 16 décembre 1895 ; manuscrit remis le 20 décembre 1895. Épreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 2 février 1896.

(2) J'appelle *Col de l'Eychauda*, suivant l'habitude des gens du pays, le col où passe, à l'altitude de 2500^{m}, le chemin muletier de Monêtier à Vallouise. Le nom de *Col de Vallouise*, adopté par l'État-Major, est absolument inusité.

mais qui prennent, au Sud-Ouest de Briançon, vers Prelles, une importance considérable. Enfin, le terme le plus ancien, celui qui apparaît tout au fond des grandes coupures comme les vallées de la Durance et de la Guisanne, c'est le Houiller, formé surtout de grès, mais où l'on voit aussi des schistes, des bancs d'anthracite, des poudingues, et, plus rarement, des coulées de roches éruptives. Çà et là, dans les parties hautes, sur les plateaux de calcaires triasiques ou liasiques, ou dans les replis aigus de ces mêmes calcaires, on voit affleurer le Jurassique supérieur, sous la forme de marbres roses (*marbre de Guillestre*), de brèches calcaires versicolores, de schistes satinés rouges, lilas ou verts. C'est le faciès récemment signalé dans le massif du Galibier par mon ami M. Kilian. Il est juste d'ajouter que c'est M. Kilian lui-même qui m'a montré l'existence, dans la région dont je parle, de ce Jurassique supérieur, où l'on trouve des fossiles (bélemnites, aptychus), et qui est ainsi un niveau de repère des plus précieux dans cette partie si compliquée des grandes Alpes.

Quand du fond des vallées de la Durance ou de la Guisanne, de Briançon, par exemple, ou de Prelles, ou de Chantemerle, on s'élève vers l'Ouest ou le Sud-Ouest, dans la direction du Pelvoux, on gravit d'abord les pentes relativement douces où affleurent les grès houillers ; puis on traverse les quartzites ; ensuite viennent les calcaires du Trias et du Lias. Les plis, dirigés vers le Nord ou le Nord-Nord-Ouest, ont des courbures très variées, le plus souvent assez faibles. Dans l'ensemble, ce sont de larges plis, localement accidentés par des rides brusques, souvent très aiguës, très serrées, dont la direction est parfois fort différente de celle des plis où elles apparaissent, et qui ne se prolongent guère ni dans un sens ni dans l'autre.

Aux approches de la bande tertiaire, la structure est nettement isoclinale et tous les plis sont déversés vers l'Ouest, le dévers atteignant et même dépassant 45°. A l'Est de la ligne de crêtes qui court de la Cucumelle à la Tête-d Amont, les plis et les rides ont leur plan de symétrie à peu près vertical. Plus à l'Est, près de Briançon, le dévers change de sens et les plis se couchent vers l'Italie. Cette disposition en éventail de la zone houillère est connue depuis fort longtemps.

A l'Est de la bande tertiaire principale, dont la largeur est très variable, on retrouve quelques lambeaux des strates nummulitiques et des grès et schistes du Flysch. C'est ainsi que les sommets de la Condamine (2936^{m}) et du Sablier (2933^{m}) sont formés par des

couches tertiaires à peu près horizontales ayant le faciès du Flysch, et posées sur un substratum de Jurassique supérieur (fig. 3, pl.VII). De même, le Jurassique supérieur du col des Combes (fig. 2) est surmonté par des schistes tendres avec petits bancs gréseux et petits lits calcaires, offrant un faciès assez habituel du Nummulitique. Entre ce col et celui de Prorel, une petite ride synclinale très aiguë ramène au milieu du Trias des grès et calcaires dont l'âge tertiaire n'est pas douteux. Enfin, c'est encore au Tertiaire qu'il faut attribuer, suivant toute vraisemblance, des grès et des schistes noirs qui affleurent à l'Est de Prorel, au milieu des gypses triasiques. Si j'ajoute que M. Kilian a reconnu quelques témoins du Flysch sur la rive gauche de la Durance, j'en aurai dit assez pour établir que le golfe éocène et oligocène du Dauphiné avait une largeur beaucoup plus grande que C. Lory ne le supposait.

C'est au milieu de ces montagnes comprises entre la grande bande tertiaire et la vallée de la Durance, et tout au sommet, par dessus le Trias, par dessus le Jurassique supérieur, par dessus même le Nummulitique, qu'apparaissent *les schistes cristallins de l'Eychauda.* Dufrénoy et Élie de Beaumont les ont désignés par la lettre *Y* sur leur *Carte géologique de la France;* C. Lory les cite en passant, dans sa *Description géologique du Dauphiné* : mais personne n'a encore résolu le curieux problème que soulève cette apparition inattendue, au sommet d'une série calcaire, d'assises profondément métamorphiques.

Voici comment s'exprime à ce sujet C. Lory (1), le seul auteur qui ait parlé des terrains cristallins en question :

« Au midi du vallon de Fréjus, s'élève une pente couverte de » végétation et de débris, qui est formée de schistes tendres, cris- » tallins, offrant tout l'aspect des *schistes talqueux* des terrains » *primitifs* ; ils sont figurés comme tels par le signe *Y*, sur la » *Carte géologique de France*, et nous croyons devoir, jusqu'à preuve » du contraire, maintenir cette classification. La stratification de » ces roches et leurs rapports avec les terrains environnants » sont difficiles à apprécier ; au Nord, ils sont probablement limités » par une *faille*, mais au Sud ils supportent des grès peu épais et » des masses isolées de calcaires compacts, particulièrement celle » qui forme la roche de Paluel, et ils s'étendent jusqu'au pied du » pic de Prorel. »

(1) C. Lory, Description géolog. du Dauphiné, p. 550. Voir aussi, dans le même ouvrage, la carte géologique du Briançonnais, et la fig. 1 de la planche V.

Dufrénoy et Elie de Beaumont ont marqué sur leur carte deux lambeaux de schistes cristallins *Y*. C. Lory, sur sa carte du Briançonnais, réunit ces deux lambeaux en un seul, auquel il donne une grande extension.

En réalité, comme l'indique la fig. 2 de la planche VII, le terrain en question affleure trois fois : au sommet de l'Eychauda (2664^{m}) ; au sommet de Serre-Chevalier (2492^{m}) : enfin dans le col de Prorel (2350^{m}), au pied du pic de ce nom (2572^{m}).

Description des trois lambeaux cristallins.

I. — Le lambeau de l'Eychauda, le plus occidental des trois, a, en projection horizontale, la forme d'une ovale grossière ayant à peu près 1100 mètres de grand axe et cinq cents mètres de petit axe. C'est le sommet d'une montagne en partie gazonnée, en partie dénudée, aux lignes arrondies, qui contraste par sa couleur sombre avec les calcaires blancs qui lui font suite au Sud et au Nord. On y accède facilement de tous côtés. Un col très fréquenté, le col de la Pisse, s'ouvre immédiatement au Sud. Un autre col s'ouvre au Nord, par où l'on passe de Vallouise au Bez, et qui sépare la montagne de l'Eychauda de celle des Neyzets.

Les schistes à faciès cristallin qui forment le sommet de la montagne ont environ 100 mètres d'épaisseur. Ils sont horizontaux, sauf quelques ondulations insignifiantes. Ils reposent partout sur une brèche polygénique (e^{3}_{B} de la fig. 2) qui appartient indubitablement à l'étage nummulitique.

Cette brèche est formée de cailloux roulés de gneiss, granulite, micaschistes, schistes chloriteux, amphibolites, quartzites blancs et roses du Trias, calcaires et dolomies triasiques, calcaires du Lias, empâtés dans un ciment sableux, argileux et ferrugineux.

Le diamètre des blocs est variable d'un point à l'autre. Il ne dépasse généralement pas 0^{m}50. On peut cependant voir, au Nord du lambeau cristallin, dans une butte ronde qui est l'origine de la « crête de Mal-Parti », un groupe de galets de calcaires triasiques dont l'un n'a pas moins de 7^{m} de grand axe. A peu de distance de là, un galet de marbre rose du Jurassique supérieur (le seul que j'aie pu trouver) mesure plus de trois mètres de grand axe. Mais la position de ces galets exceptionnels est telle, comme je le dirai plus loin, que l'on peut se demander si ce sont bien des galets et s'il ne faut pas plutôt y voir des lambeaux de terrains étirés et écrasés le long d'une surface de friction.

Quoiqu'il en soit, la brèche de l'Eychauda est identique d'aspect à celle qui, au Lautaret, à une douzaine de kilomètres plus au Nord, forme la base des terrains tertiaires. On connaît depuis longtemps aux Aiguilles d'Arves, et, plus loin encore, dans la chaine du Cheval Noir, près de Moutiers, des brèches analogues ; et l'on sait d'ailleurs que ces brèches ne sont pas partout à la base de l'étage nummulitique.

A l'Eychauda, la brèche a une épaisseur très variable. Tout le long du versant Ouest de la montagne, du col de la Pisse au col de Mal-Parti, elle repose directement sur les calcaires compacts ou schisteux du Trias, et son épaisseur est d'au moins 100 mètres. A l'Est de la ligne de faîte, elle repose sur des schistes satinés, gaufrés, friables, de couleur foncée, et son épaisseur diminue graduellement tandis qu'augmente, au contraire, la puissance de ces schistes.

Les schistes en question, qui semblent remplacer latéralement les brèches, renferment, surtout vers la base, quelques bancs de grès feldspathiques, et quelques bancs d'un calcaire grisâtre. Ils sont généralement noirs ou d'un gris foncé ; mais ils deviennent quelquefois versicolores.

Tout cet ensemble, brèches et schistes inférieurs, ne peut être attribué qu'au terrain tertiaire. J'ai dit qu'à l'Ouest de la montagne il repose directement sur le Trias ; mais au Sud, à l'Est, au Nord, partout où l'on voit le substratum du Tertiaire, ce substratum est formé des calcaires du Jurassique supérieur.

Horizontales dans la montagne de l'Eychauda et au col des Combes, ces assises tertiaires, sur le versant Nord du col des Combes, prennent peu à peu une inclinaison prononcée vers le Nord, en même temps qu'elles se courbent en un synclinal. La brèche disparaît bientôt, soit que, formant la partie haute de l'étage, elle ait été enlevée par l'érosion, soit qu'elle ait dégénéré graduellement en schistes. Ce sont donc des schistes noirs qui constituent la longue crête de Mal-Parti. Sur le chemin de Fréjus au Bez, dans l'étroite gorge creusée par le torrent, on voit le synclinal schisteux, toujours flanqué d'une bordure de marbres jurassiques roses, s'amincir, puis tourner brusquement à l'Ouest, et se perdre au milieu des calcaires du Trias (fig. 1, pl. VII).

II. — Le deuxième lambeau cristallin, celui de Serre-Chevalier, forme sur la carte une tache à peu près ronde, de 1200 à 1500^{m} de diamètre. Les couches sont horizontales sur le versant Sud et au sommet de Serre-Chevalier (2492^{m}) ; mais, sur le versant Nord, elles inclinent régulièrement au Nord, encore que faiblement. Sur

la moitié Sud du pourtour, le substratum des schistes cristallins est fait d'assises tertiaires qui reposent elles-mêmes sur le Jurassique supérieur : au Nord, au Nord-Est, au Nord-Ouest, les schistes cristallins semblent partout s'appuyer directement sur les calcaires du Trias.

Dans le soubassement tertiaire de la butte de Serre-Chevalier, il n'y a plus de brèches à gros éléments, mais seulement des schistes noirs, parfois charbonneux, avec mises gréseuses et calcaires et quelques bancs de poudingues à petits galets de quartz. Un fait important est la présence, dans ce Tertiaire, de plusieurs assises micacées, déjà fortement métamorphiques.

Le petit synclinal figuré, sur la coupe n° 2 de la pl. VII, entre Serre-Chevalier et le col de Prorel, ramène quelques grès et schistes avec un banc calcaire, le tout ayant le faciès habituel du Nummulitique de la région, sans aucune trace de métamorphisme.

III. — Le lambeau cristallin le plus oriental est celui qui forme l'arête du col de Prorel. Sur l'arête, les schistes cristallins plongent faiblement *vers l'Est, sous Prorel*, et on les voit, à l'Est du col, s'enfoncer sous les quartzites triasiques. Ceux-ci sont surmontés, à leur tour, par des calcaires, également triasiques, sur lesquels sont renversées les *brèches calcaires de Prorel* dont l'âge est encore mal déterminé, mais qui sont, en tout cas, postérieures au Trias.

Sur le bord Ouest du col, les schistes cristallins se redressent beaucoup. Entre eux et les calcaires du Trias apparaissent des schistes noirs peu métamorphiques, semblables à ceux du soubassement tertiaire de Serre-Chevalier. Sur le versant Sud, ces schistes noirs prennent beaucoup d'importance, comme s'ils remplaçaient latéralement les schistes cristallins ; en un point, ils s'appuient à l'Ouest, sur du Jurassique supérieur ; partout ailleurs, leur limite Ouest est formée par les calcaires du Trias ou du Lias. Les éboulis cachent la terminaison Sud du lambeau : mais tout porte à croire qu'il se termine à moins de cinq cents mètres du col, au milieu des calcaires.

Au Nord du col, les schistes cristallins peuvent se suivre sur 800 mètres environ de longueur. Ils confinent, à l'Ouest, aux calcaires triasiques, les schistes noirs à faciès tertiaire ayant graduellement disparu. Les couches deviennent d'ailleurs peu à peu verticales. Le bord Est et la terminaison Nord du lambeau sont cachés par d'immenses éboulis, au-delà desquels, dans la forêt de Goudissart, on ne rencontre plus que du Houiller.

Par les descriptions qui précèdent et par l'examen des coupes, le

lecteur connaît maintenant, d'une façon complète, les données *stratigraphiques et tectoniques* du problème. Je dois encore lui fournir les données *pétrographiques*.

Nature pétrographique des terrains cristallins en question.

I. Les « schistes cristallins » de l'Eychauda (1er lambeau) ne sont point *très métamorphiques*. Ce sont des schistes micacés à séricite (plus rarement à chlorite), et non de véritables micaschistes. On n'y trouve ni bancs de gneiss, ni bancs d'amphibolites.

A l'œil nu, ces schistes ont le plus souvent une couleur noire ou gris noirâtre, ou encore noir verdâtre. Ils sont fissiles et friables. Leur clivage est satiné, plus rarement argenté. Sur ce clivage, on voit que le développement de la séricite est irrégulier, que certaines régions sont riches en grands micas, d'autres pauvres. En un mot, l'aspect est inhomogène. Beaucoup d'échantillons ont un faciès de schiste argileux ou serpentineux très comprimé.

Au microscope, on découvre aisément que la plupart des schistes de l'Eychauda sont des roches détritiques à galets de feldspaths (probablement d'anciens grès feldspathiques) écrasées et laminées. Dans un fond général, qui est un mélange de quartz grenu secondaire, de petites lamelles de séricite, de petites plages de chlorite, de petits grains kaolinisés de feldspath, on voit quelques débris plus gros de feldspath tordus, brisés, éparpillés. Des galets quartzeux sont encore parfois reconnaissables, bien que recristallisés sur les bords. A travers le tout passent des traînées échevelées de séricite secondaire, faites aux dépens des feldspaths potassiques écrasés. Dans certains échantillons, ces traînées contiennent de grandes lamelles de mica blanc : ailleurs, elles ne sont formées que de petits individus enchevêtrés dans tous les sens.

Quelques schistes, alternant avec ceux que je viens de décrire, ont un aspect plus cristallin, un métamorphisme plus avancé. Le quartz grenu et la séricite y sont mieux séparés et constituent des zones assez nettes, bien alignées, assez homogènes. Dans ces échantillons plus cristallins, le feldspath est rare : quand il apparaît, c'est sous forme de petits cristaux frais d'orthose ou d'albite secondaires, développés au milieu du quartz.

Les terrains anciens du Pelvoux renferment des schistes quartzo-sériciteux de ce dernier type, cela va sans dire, mais on n'y rencontre jamais de *grès feldspathiques écrasés* semblables à ceux qui

forment le type dominant des assises « cristallines » de l'Eychauda.

Ce qui, par contre, ressemble tout à fait à ces roches dynamométamorphisées de l'Eychauda, c'est *le ciment de la brèche nummulitique sous-jacente.*

Quand on étudie ce ciment au microscope, on constate qu'il est formé, pour la majeure partie, de petits galets de quartzite parfaitement arrondis et intacts, et de galets de granulite (ou de gneiss) plus ou moins broyés entre les précédents. Ces galets riches en feldspath ont fourni, par leur écrasement, une pâte chargée de potasse où le mica blanc secondaire s'est développé, quelquefois en grandes lamelles, le plus souvent en une sorte de feutrage. Certains galets de granulite sont écrasés jusqu'en leur centre et réduits en un amas de débris informes où pénètrent des veinules quartzeuses, et où l'on trouve même des pénétrations mécaniques de galets étrangers. D'autres sont absolument éparpillés : leurs cristaux de tourmaline sont brisés et les débris en sont dispersés dans tout le voisinage.

Ailleurs, on voit des grenats, tronçonnés et dispersés, qui proviennent de galets de granulite ou de micaschistes. On observe même des galets de quartzite tronçonnés, avec des cristallisations de calcite dans les hiatus (comme dans les bélemnites du Lias de l'Oisans). Le ciment fin qui entoure ces débris est formé de petits fragments de quartz, de feldspath, de mica blanc, serrés les uns contre les autres ; ou bien d'un feutrage de séricite secondaire ; ou encore d'un fouillis de petites aiguilles de séricite et de kaolinite.

Ailleurs encore, le ciment est formé de débris jointifs de micaschistes à séricite et chlorite. Les intervalles sont remplis par des débris plus petits, de l'oxyde de fer, et de grandes lamelles de séricite indiquant, par leur polychroïsme sensible, une tendance à passer au mica noir. On a alors l'impression qu'avec un peu plus de métamorphisme, toute apparence détritique disparaîtrait, que les débris se souderaient les uns aux autres en recristallisant partiellement, et que la roche deviendrait entièrement homogène.

Ainsi, les brèches de l'Eychauda présentent des traces indubitables d'un dynamo-métamorphisme très énergique. Cela va jusqu'à ce point qu'il est *impossible* de marquer la limite de ces brèches et des *schistes cristallins* qui les surmontent ; car, sauf quelques rares exceptions, la grosseur des galets diminue au fur et à mesure que l'on s'élève, et, en même temps, le ciment devient de plus en plus cristallin, de plus en plus homogène.

Les schistes noirs à mises gréseuses et calcaires qui forment, sur

le versant Est de l'Eychauda, le soubassement des brèches, sont, au contraire, très peu métamorphiques. On y voit des grès feldspathiques à peu près intacts, des calcaires du type ordinaire, des schistes argileux où la cristallisation est indiscernable. Ce n'est que dans la partie haute, là où ces schistes confinent aux brèches, qu'ils présentent, par places, des indices un peu nets d'un développement secondaire de quartz et de séricite.

Quant aux terrains inférieurs, Jurassique et Trias, ils ne montrent aucune espèce d'altération.

II. — A Serre-Chevalier (2e lambeau), deux faits frappent immédiatement l'observateur : la cristallinité très grande (plus grande qu'à l'Eychauda) des schistes S du sommet ; la présence, dans les schistes noirs du soubassement tertiaire, de bancs de schistes très nettement métamorphiques.

Et d'abord, la cristallinité des schistes S est, dans l'ensemble, plus grande qu'à l'Eychauda. Il n'y a plus ici de ces *roches feldspathiques laminées* à structure encore nettement détritique, qui constituent le type commun de l'Eychauda, la roche prédominante du premier lanbeau. Ce qui domine à Serre-Chevalier, ce sont les schistes quartzo-sériciteux qui, là-bas, n'étaient que l'exception : roches à zones quartzeuses et micacées bien définies, bien homogènes, sans feldspath. Mais ce n'est pas tout, et l'on a de vrais gneiss, et aussi de véritables amphibolites.

Gneiss et amphibolites se trouvent près du sommet, sur les versants Sud et Sud-Ouest.

Les premiers sont des gneiss sériciteux à gros noyaux d'orthose (*gneiss porphyroïde*). Au microscope, ils ne montrent pas trace de froissement. Dans des bandes quartzo-sériciteuses, assez riches en grenats, apparaissent çà et là de gros orthoses, entourés par le mica blanc, mais contenant de nombreuses inclusions de ce même mica. Ces orthoses sont évidemment développés *in situ*, et ce qui leur a donné naissance n'est plus visible aujourd'hui. Il y a aussi de grandes plages de mica noir, riches en rutile, parallèles aux bandes. Feldspaths et grenats sont intacts ; les micas noirs ne sont même pas effilochés.

Les amphibolites forment des lits très minces, parallèles aux strates. Ce sont : ou bien des roches à hornblende bleuâtre et à sphène, avec lits quartzeux, sans feldspath ; ou bien des schistes à mica noir, hornblende verte, grenat et sphène, avec rares cristaux d'oligoclase ou de labrador développés au milieu du quartz.

Le premier de ces deux types est commun dans le Pelvoux ; le second n'y a pas encore été rencontré, du moins à ma connaissance. De même que les gneiss, les amphibolites ne montrent pas trace de froissement.

La cime même de Serre-Chevalier est faite, au contraire, d'une roche laminée assez analogue à celles de l'Eychauda, sauf que l'aspect général est plus gneissique que détritique. Feldspaths cassés, tordus, écrasés, dispersés ; chlorite déchiquetée ; séricite courte, ondulée, en feutrage, développée aux dépens des débris feldspathiques : tous ces caractères, si communs à l'Eychauda, se trouvent ici. La seule différence, c'est qu'ici l'origine détritique des feldspaths ne peut plus être affirmée : la roche peut être un gneiss laminé, tout aussi bien qu'un grès feldspathique dynamo-métamorphisé. Cette assise, où les mouvements élémentaires ont été si intenses, n'est qu'à deux mètres au-dessus d'un schiste amphibolique intact. Ce serait incompréhensible, si nous ne savions que le dernier terme du dynamo-métamorphisme est la recristallisation complète.

Les schistes noirs du soubassement tertiaire de Serre-Chevalier sont, pour la plupart, franchement détritiques. Dans certaines assises (surtout vers la base de la formation), il n'y a même aucun indice de métamorphisme. Parfois l'on voit se développer un peu de séricite secondaire, très courte et confusément enchevêtrée, sans que les galets de quartz aient recristallisé. Certains schistes sont riches en produits charbonneux.

Mais, il y a aussi, dans ces schistes non métamorphiques ou peu métamorphiques, et de plus en plus fréquentes au fur et à mesure que l'on s'élève, des *intercalations* (bien visibles sur le versant Est) de schistes micacés, formés de lits quartzeux et sériciteux, en travers desquels, parfois, se sont développés des cristaux de chlorite. Ces schistes ne sont pas, ou presque pas, feldspathiques : mais ils n'ont plus aucune apparence détritique. Ils ressemblent d'ailleurs aux schistes quartzo-sériciteux que l'on connaît dans le Houiller, ou encore dans le Permien, en plusieurs points des Alpes françaises.

III. — Reste le troisième lambeau, celui du col de Prorel. Comme la partie Nord de celui de Serre-Chevalier, il est presque exclusivement formé de schistes quartziteux, avec minces lits de séricite, très pauvres en feldspath. Chacun sait que de pareils schistes n'ont rien de caractéristique, et qu'il suffit, pour les produire aux dépens

de grès quartzeux, d'un métamorphisme assez restreint. Il n'y a ni gneiss, ni amphibolites. Les schistes noirs ou versicolores du bord Ouest du col semblent passer aux schistes cristallins du col par une lente augmentation de la cristallinité. Ceux qui touchent aux calcaires jurassiques ou triasiques sont charbonneux et ne présentent aucune trace de métamorphisme.

Telles sont toutes les données fournies, sur les schistes cristallins en question, par l'observation géologique et par l'étude pétrographique. Il ne reste plus qu'à discuter le problème de l'âge.

Age des terrains cristallins en question.

L'analogie pétrographique est telle, entre les schistes S du sommet de la montagne de l'Eychauda et le ciment des brèches tertiaires sous-jacentes, que je ne crois pas possible de séparer ces deux termes. Les schistes S de l'Eychauda (1er lambeau) sont, pour moi, des brèches tertiaires à très petits galets quartzeux et feldspathiques, transformées, comme les brèches à gros éléments sous-jacentes, mais plus énergiquement, par le dynamo-métamorphisme.

Est-il possible maintenant de mettre à part les schistes S du sommet de Serre-Chevalier, et de les regarder, en raison de leur cristallinité plus grande, en raison surtout de la présence au milieu d'eux de gneiss et d'amphibolites, comme nettement distincts des schistes S de l'Eychauda ? Je ne le crois pas non plus. Il faut se rappeler que le soubassement tertiaire de la butte de Serre-Chevalier contient, avec des schistes charbonneux et des poudingues à petits éléments non métamorphiques, des schistes quartzo-sériciteux, avec aiguilles de chlorite développées transversalement, c'est-à-dire des termes d'une assez haute cristallinité. Il faut encore se rappeler que le sommet de la butte, où dominent des schistes quartzo-sériciteux analogues à ceux-ci, présente aussi, outre des bancs de gneiss et d'amphibolites en apparence non froissés, des assises feldspathiques où le laminage et l'écrasement sont aussi visibles qu'à l'Eychauda, encore que la cristallinité y soit notablement plus grande (assises de la cîme).

Si de plus on regarde la coupe, où le lambeau de Serre-Chevalier et celui de l'Eychauda ne sont séparés que par le col des Combes et où l'on voit le Trias, le Jurassique supérieur et le Tertiaire du substratum passer, sans discontinuité, de l'un à l'autre lambeau, on

demeurera convaincu que les schistes S de Serre-Chevalier sont le prolongement de ceux de l'Eychauda, que les uns et les autres sont tertiaires, qu'ils représentent les uns et les autres un faciès particulier de la brèche nummulitique, et que la cristallinité plus grande des schistes de Serre-Chevalier provient d'un froissement plus intime, et sans doute aussi d'une teneur originelle plus grande en galets de granulite.

Quant aux schistes quartziteux et sériciteux du col de Prorel (3e lambeau), ils sont moins métamorphiques que ceux du sommet de Serre-Chevalier, si l'on mesure le degré du métamorphisme à la variété des silicates développés. Ils sont identiques à certains schistes du premier lambeau, lesquels apparaissent sporadiquement au milieu des schistes à feldspaths écrasés ; ils sont identiques encore à beaucoup d'assises du versant nord de Serre-Chevalier, et encore aux bancs quartzo-sériciteux intercalés dans le soubassement tertiaire de ce deuxième lambeau. Enfin, ils confinent, à l'Ouest, et semblent passer à des schistes noirs, un peu charbonneux, fort peu métamorphiques, entièrement semblables à ceux du soubassement tertiaire de Serre-Chevalier.

Tout indique donc que ces schistes cristallins du col de Prorel appartiennent au même niveau géologique que ceux de Serre-Chevalier et de l'Eychauda.

De sorte qu'en résumé, tous ces terrains cristallins sont à mon avis d'âge tertiaire, et représentent un faciès local des brèches nummulitiques.

Je ne me dissimule pas qu'il y a des objections. D'abord, celle qui provient de la répugnance bien naturelle que l'on éprouve à admettre l'existence, dans le Tertiaire, d'assises aussi cristallines. Cette première objection ne peut évidemment viser que les gneiss et amphibolites de Serre-Chevalier : car, pour ce qui est des schistes micacés, ils ont été depuis longtemps signalés dans le Tertiaire de plusieurs régions du globe. Mais si l'on remarque que les gneiss et amphibolites en question sont tout justement superposés à des couches tertiaires présentant de nombreuses intercalations d'assises cristallines, que ces intercalations sont beaucoup plus fréquentes à Serre-Chevalier que partout ailleurs, et que la cristallinité des assises en question va jusqu'à y effacer toute apparence détritique, si l'on remarque, de plus, que la fréquence de ces assises et leur cristallinité vont en augmentant au fur et à mesure que l'on s'élève, on s'étonnera moins de cette apparition, à la cime de la montagne, de gneiss et d'amphibolites. Nul ne peut assigner de limite à la

puissance du métamorphisme, ni prétendre que la production de tel silicate est plus difficile que celle de tel autre. Pourquoi la cristallisation de l'orthose dans une roche feldspathique laminée serait-elle plus invraisemblable que celle du mica blanc? Nous savons seulement qu'elle est moins fréquente ; et qui nous dit, par exemple, qu'une augmentation de la pression ne détermine pas la réaction inverse de celle qui se produit habituellement, c'est-à-dire la transformation du mica blanc en orthose ? De même pour l'amphibole. Chacun sait que ce minéral se transforme aisément en chlorite, en mica noir, en calcite, en dolomie. Les réactions inverses, loin d'être invraisemblables, sont très probablement possibles, et il est à croire que c'est simplement affaire de pression. Nous serions mal venus, en tout cas, à les déclarer impossibles par la seule raison que nous ne savons pas les produire.

Une autre objection bien autrement embarrassante est celle que l'on peut fonder sur la difficulté d'expliquer un pareil métamorphisme (et si évidemment dynamique), dans l'hypothèse où tout est en place.

La gravité de cette objection est telle que j'ai cherché une autre solution, dans laquelle le dynamo-métamorphisme apparût comme l'immédiat effet d'une cause adéquate, dans laquelle par conséquent les terrains métamorphiques eussent subi des actions dynamiques incomparablement plus fortes que celles qu'ont supportées sans dommage le Jurassique et le Trias sous-jacents. Cette solution, c'est *le recouvrement*. Les schistes S, tout au moins, ne seraient pas en place. Ils viendraient d'ailleurs.

S'ils viennent d'ailleurs, ils ne peuvent venir de l'Ouest, du massif du Pelvoux, puisque, du côté du Pelvoux (fig. 1), tous les plis sont déversés vers l'Ouest. Ils ne peuvent non plus venir d'au delà de Prorel, dans la direction de l'Est, puisqu'au delà de Prorel tous les plis sont couchés vers l'Italie. Ils viennent donc d'un des anticlinaux qui affleurent entre Prorel et Serre-Chevalier ; et, si l'on regarde la fig. 2, qui est une coupe (à l'échelle) minutieusement relevée, on ne voit pas qu'ils puissent sortir d'ailleurs que du col même de Prorel. Si l'on admet cette prémisse, il devient très tentant d'admettre aussi que les schistes cristallins de ce col et ceux du sommet de Serre-Chevalier (y compris les gneiss et amphibolites) sont des assises tout-à-fait anciennes, antérieures au Houiller. Les schistes S de l'Eychauda pourraient alors être attribués au Houiller. Bien entendu, les brèches e^3 B et les schistes sous-jacents continueraient d'être rapportés au Tertiaire ; et la séparation des

terrains charriés et des terrains en place serait, selon toute vraisemblance, la limite même des brèches et des schistes S. Des froissements énergiques auraient affecté, non seulement la masse charriée, mais aussi les assises supérieures de son support : et comme une brèche houillère peut ressembler beaucoup à une brèche nummulitique, comme d'autre part (pour Serre-Chevalier) un gneiss laminé ne diffère pas sensiblement d'un grès feldspathique laminé, l'analogie des schistes S des deux lambeaux, et l'analogie de ces mêmes schistes avec les brèches sous-jacentes, seraient des apparences trompeuses.

Je me hâte de dire que certains faits s'expliquent mieux dans cette manière de voir. J'ai parlé plus haut des *galets* triasiques et jurassiques de dimensions exceptionnelles qui se rencontrent, *en un point*, presque jointifs, à la limite des brèches et des schistes S. Dans l'hypothèse du recouvrement, ces galets ne seraient plus des galets, mais des débris de la masse renversée et charriée, débris enrobés dans un mélange indéchiffrable de schistes houillers et de schistes nummulitiques. De même, au col des Combes, on observe, entourés de tous côtés par le Jurassique supérieur, deux petits lambeaux de Trias (un de quartzites, un de calcaire). Dans l'hypothèse où tout est en place, ce sont des boutons anticlinaux qui ont percé le Jurassique. Dans l'hypothèse du recouvrement, ce serait des témoins de la masse charriée, amenés par la compression et le rabotage jusqu'au contact du Jurassique, et qui seraient restés comme enlisés au milieu des schistes nummulitiques.

Mais, tout en reconnaissant que la deuxième hypothèse est, par certains côtés, très séduisante, je ne crois pas qu'il soit possible de l'admettre, et cela pour les raisons qui suivent.

L'anticlinal qu'il faudrait placer au col de Prorel et qui ferait affleurer à ce col des schistes anté-houillers n'a de prolongement ni au Nord, ni au Sud. Au Nord, il se perd dans le Houiller. Au Sud, il semble finir au milieu des calcaires triasiques qui sont eux-mêmes en synclinal dans le Houiller. C'est donc une poussée toute locale qu'il faudrait concevoir, une sorte de champignon à racine très étroite qui se serait déversé d'un seul côté. Sans aller jusqu'à dire qu'une pareille hypothèse est inadmissible, je crois qu'elle est peu vraisemblable. Elle paraît encore moins probable, si l'on regarde les coupes voisines (fig. 1 et 3), où tout parle au contraire en faveur de la solution que je défends.

De plus, j'aurais grand'peine à croire à l'étrange réunion des coïncidences que la deuxième hypothèse, celle du recouvrement,

nécessiterait : brèche houillère sur brèche nummulitique, transformées l'une et l'autre de la même façon ; schistes cristallins anciens, d'un type rare dans le Pelvoux, venant se superposer à des schistes tertiaires que le métamorphisme a transformés de façon à les rendre presque entièrement semblables aux premiers ; gneiss et amphibolites n'apparaissant point au cœur de l'anticlinal (col de Prorel), et venant se poser tout justement sur les schistes tertiaires les plus profondément atteints par le métamorphisme.

En troisième lieu, le Houiller est tellement puissant dans les vallées de la Guisanne et de la Durance ; il monte si haut dans le ravin des Combes ; ses affleurements, vers l'Ouest, dépassent tellement le méridien de Prorel, que sa disparition complète au col de Prorel serait vraiment en dehors de toutes les vraisemblances.

Enfin, et surtout, ainsi que je l'ai expliqué au début de cette discussion, je ne pense pas qu'il soit possible de séparer les schistes S de Serre-Chevalier de ceux de l'Eychauda.

Comme il est bien difficile, si l'on ne fait appel à un charriage de terrains, de trouver une cause adéquate au métamorphisme dynamique dont j'ai décrit les effets, M. Marcel Bertrand m'a suggéré l'idée d'une solution intermédiaire.

Il y aurait eu recouvrement du Tertiaire par un anticlinal couché dont l'affleurement actuel est au col de Prorel ; mais les schistes S de l'Eychauda (1er lambeau) seraient en place, et par conséquent tertiaires, et la surface de séparation des terrains en place et des terrains charriés aurait, jadis, passé au-dessus d'eux. Au contraire, la partie haute des schistes S de Serre-Chevalier (2e lambeau) comprenant les gneiss et les amphibolites, serait un témoin (le seul) de la masse charriée ; et ces assises très cristallines appartiendraient à des terrains anté-houillers pincés dans la partie axiale de l'anticlinal. Ce terrain anté-houiller, par suite d'un étirement, n'apparaîtrait pas au col de Prorel, où tous les schistes cristallins seraient du Houiller métamorphique.

Cette troisième solution aurait cet avantage, de laisser dans le Tertiaire les schistes cristallins de l'Eychauda, ce qui est bien plus conforme à la vraisemblance. On pourrait encore, à la rigueur, y trouver l'explication du lambeau triasique du col des Combes, quoique moins naturellement et avec moins de probabilités que dans la deuxième solution. Quant aux grands débris de Trias et de Jurassique supérieur situés entre les brèches et les schistes S, en un point de la montagne de l'Eychauda, ce seraient de véritables galets, comme dans l'hypothèse où tout est en place.

Mais il reste trois invraisemblances.

D'abord, la séparation des schistes S de Serre-Chevalier et des schistes S de l'Eychauda, les premiers étant rapportés aux terrains anté-houillers, les seconds étant placés dans le Tertiaire. Pour quiconque a vu les lieux, une distinction aussi radicale paraît inadmissible.

En second lieu, l'âge houiller des schistes cristallins du col de Prorel. Sans doute, on peut trouver, dans du Houiller métamorphique, quelques bancs analogues, ou même identiques, aux schistes quartziteux et micacés en question. Mais je ne crois pas qu'il soit possible d'y trouver une masse si puissante de schistes si homogènes et si quartzeux.

Enfin, l'invraisemblance même du recouvrement, tirée, comme plus haut, de l'étude tectonique de la région.

CONCLUSIONS

Je n'hésite donc pas à conclure en faveur de la solution que j'ai présentée la première : âge tertiaire des trois lambeaux cristallins, et absence (à l'heure actuelle) de tout paquet de recouvrement. Tout est en place, actuellement, sur le trajet de la coupe n° 2.

Reste à expliquer ce froissement exceptionnel, ce métamorphisme dynamique si au-dessus de tout ce que l'on voit habituellement, qui a pu faire naître, dans des couches tertiaires, des feldspaths, de l'amphibole et du mica noir. Ni l'épaisseur énorme du Flysch qui a dû peser jadis sur toute la région, ni les contournements dont ce terrain est coutumier, ne semblent devoir suffire : car les lambeaux de Flysch de la Condamine et du Sablier (coupe n° 3) ne présentent pas trace de métamorphisme. Il a fallu une exagération toute locale des actions dynamiques.

Cette exagération ne peut guère se concevoir en dehors de l'hypothèse d'un recouvrement (recouvrement dont il ne resterait plus aujourd'hui aucun témoin), ou de l'hypothèse d'une intrusion éruptive (intrusion dont toute trace aurait disparu).

Faut-il imaginer le déversement vers l'Ouest de l'anticlinal qui ramène, au pied de Prorel, les quartzites et les calcaires du Trias entre le Lias et le Tertiaire ? C'est se heurter à une invraisemblance du même ordre que celle que j'ai signalée, au nom de la tectonique régionale, dans la deuxième et la troisième solution. Mais chacun sait aujourd'hui qu'en matière de tectonique invraisemblance ne veut pas dire impossibilité.

D'autre part, imaginer un recouvrement de provenance plus lointaine, ou faire appel à une intrusion éruptive dans les niveaux supérieurs du Tertiaire, c'est se lancer à corps perdu dans le domaine de l'hypothèse. Je préfère avouer mon ignorance absolue de la cause qui a produit ces phénomènes dynamiques si intenses et attendre que les études futures aient jeté un peu plus de jour sur ce côté de la question.

Ce qu'il faut, en tout cas, retenir, c'est qu'il y a là, dans ce coin des Alpes briançonnaises, un bien curieux exemple de dynamométamorphisme. La transformation en schistes sériciteux et chloriteux d'une brèche à galets de quartz, de micaschistes et de granulite, par écrasement des galets feldspathiques et production du mica blanc dans la pâte potassique ainsi obtenue ; cette transformation pouvant aller jusqu'à la disparition complète du feldspath et jusqu'à l'effacement de toute apparence détritique : voilà le résultat capital, qui me semble acquis, quelle que soit l'hypothèse d'âge à laquelle on se rallie. Je crois qu'il y a plus, et que les roches de Serre-Chevalier nous montrent deux stades plus avancés du même processus de cristallisation : d'abord le développement de l'orthose aux dépens du mica blanc, par une réaction inverse de la première, et, par conséquent, la transformation d'un schiste quartzo-sériciteux (riche en séricite) en un gneiss porphyroïde ; puis le développement de l'amphibole et du mica noir dans un schiste chloriteux, sans doute un peu calcaire.

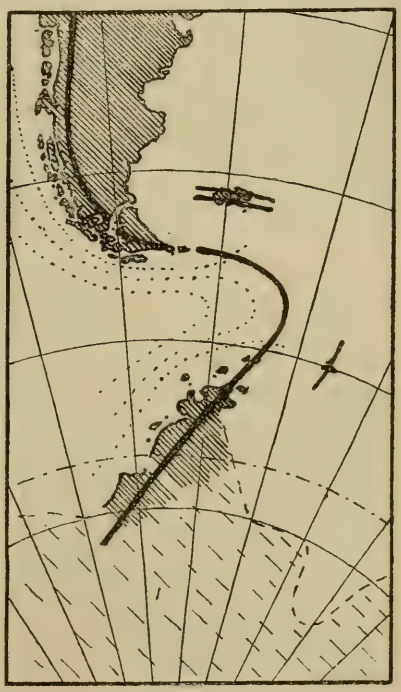
OBSERVATIONS

SUR L'INTÉRÊT QUE PRÉSENTE L'EXPLORATION GÉOLOGIQUE

DES TERRES AUSTRALES

par **H. ARCTOWSKI** (1).

On peut se demander ce que devient la Cordillère des Andes à son extrémité sud ? Il est effectivement remarquable de voir cette chaîne immense se recourber, à partir du 50e parallèle, suivant un arc de cercle, puis s'avancer bien loin dans l'Océan et se perdre enfin, avec les falaises de l'île des Etats.



On est tout naturellement porté à présumer que cet axe de plissement, qui forme la charpente de l'Amérique, doit se poursuivre sous le niveau de la mer, bien au delà de la Terre de Feu. Je crois même que l'on peut, sans trop de témérité, formuler l'hypothèse que : les Terres de Graham se rattachent à la Patagonie par une chaîne sous-marine qui forme un grand arc de cercle entre le cap Horn et les îles Schetland, et que la chaîne tertiaire des Andes réapparaît de nouveau dans les Terres de Graham.

(1) Communication faite dans la séance du 2 décembre 1895; manuscrit remis le même jour. Epreuves corrigées par l'auteur, parvenues au Secrétariat le 28 janvier 1896.

Cette hypothèse, pour être vérifiée ou contredite, demande une étude géographique et géologique des terres de Graham, et ensuite, une carte bathymétrique, aussi parfaite que faire se peut, de la région représentée par la figure ci-contre. Or, ces études vont pouvoir être entreprises, puisque des expéditions scientifiques dans les régions australes s'organisent actuellement, en Angleterre, en Allemagne et en Belgique, et c'est justement ce fait qui m'a déterminé à signaler à l'attention des savants voyageurs cet intéressant problème de géologie.

Néanmoins, je désire encore montrer que l'hypothèse que je viens de formuler n'est pas sans fondement. Et tout d'abord, il résulte des sondages déjà exécutés dans ces régions, qu'au sud du cap Horn la pente est abrupte, tandis qu'à l'est de la Terre de Feu se trouve une plate-forme sous-marine qui sert de soubassement aux îles Falkland, à l'île Georgia, et qui se recourbe vers le sud. Il serait donc des plus intéressant de connaître exactement le relief de cette plate-forme, sur sa bordure ouest, et de savoir si elle se rattache aux Terres de Graham, comme cela est indiqué hypothétiquement sur la figure. Mais, d'un autre côté, cette supposition trouve également un point d'appui dans les considérations théoriques de Lowthian Green. De fait, il faut l'admettre : l'écorce terrestre n'a cessé de s'écraser par suite de la contraction lente de la masse fluide interne ; une surface unie n'a pu persister, — et les rides se sont accumulées suivant des directions déterminées. Certains de ces plissements sont anciens et d'autres, relativement modernes, — mais ces nouvelles chaînes sont, pour ainsi dire, adossées aux vestiges des anciennes. De la sorte, les masses continentales se sont localisées, avec les temps géologiques, en des régions déterminées de la surface du globe. Or, il se fait que ces régions correspondent justement aux sommets et aux arêtes d'un tétraèdre imaginaire, pourvu que le quatrième sommet, qui occupe le pôle antarctique, soit également occupé par une masse continentale, — continent que l'on présume exister, mais dont on ne connaît encore que fort peu de chose.

Par suite, si nous admettons ces considérations, nous devons également admettre que l'arête du tétraèdre, qui nous est représentée par l'Amérique du Sud, doit se rattacher directement au quatrième sommet.

Mais, on pourrait encore se demander pourquoi les deux autres arêtes ne s'avancent pas aussi loin vers le sud que la chaîne des Andes?... C'est là une question qui devient compréhensible, si l'on

songe à ce fait, que l'ossature du tétraèdre terrestre n'a pu se développer que par saccades, c'est-à-dire à la faveur de la formation de nouvelles chaînes de montagnes. Les Andes forment une chaîne relativement très récente, — c'est ce qui fait que l'arête américaine se trouve dans un état de développement plus avancé que les deux autres.

Ces quelques remarques démontrent, je crois, que le problème géologique qui se pose est éminemment philosophique (1).

(1) Dans l'état actuel de nos connaissances, il serait bien difficile d'ajouter quoi que ce soit pour ou contre ces spéculations. La carte bathymétrique, récemment publiée par l'observatoire maritime de Hambourg, ne va pas au dela des îles de la Nouvelle Géorgie ; et encore, la région qui nous interesse est tracée d'une façon quelque peu hypothétique, vu le peu de sondages exécutés dans ces parages. Les résultats scientifiques rapportés par le « Jasen », la « Balaena » et l' « Active », qui ont cotoyé les Terres de Graham, ne peuvent être mis en ligne de compte au point de vue auquel nous nous plaçons. L' « Antarctic », à bord duquel se trouvait C. Egeberg Borchgrewinck, n'a pas traversé la région comprise dans notre carte.

Néanmoins, si, dans l'état actuel des choses, l'hypothèse que j'ai formulée ne peut pas être discutée, vu le manque absolu de données, il n'en sera plus du tout de même dans trois ou quatre années. Des expéditions vers le pôle sud se préparent en effet, en Allemagne, en Angleterre, en Belgique, et ces expéditions, qui poursuivent un but exclusivement scientifique, ne manqueront pas de rapporter les résultats nécessaires pour éclairer les idées vagues, que l'on peut se faire actuellement, sur le continent antarctique. C'est surtout pour attirer l'attention des géologues, sur la portée considérable qu'auront ces voyages pour notre science, que les quelques lignes qui précèdent ont été écrites.

NOTE

SUR LES

TERRAINS PLIOCÈNES DU DAHRA (ALGÉRIE)

par **A. BRIVE** (1).

Les terrains pliocènes que j'ai décrits dans les environs de *Carnot* (2) se poursuivent vers l'Ouest en prenant une importance et une extension plus grandes. Avant d'entrer dans le détail de cette note ; je tiens à faire remarquer que depuis plus de trois ans, je parcours le Dahra, dressant les cartes au $\frac{1}{50,000}$ pour le service de la carte géologique de l'Algérie et qu'à plusieurs reprises j'ai suivi pas à pas toutes les formations géologiques. Je ne m'occuperai aujourd'hui que des terrains pliocènes, réservant les terrains miocènes pour une note prochaine.

Carnot. — La composition du Pliocène que je rappelle brièvement est la suivante :

2. *Plioc. sup.* — Sables et poudingues.
1. *Plioc. inf.* — Sables et grès à *Helix.*

Ces couches sont ici bien stratifiées, toutes concordantes et plongeant au Sud avec une inclinaison de 45°. J'ai considéré les assises inférieures comme continentales ou de bord de rivage ayant le faciès de dunes consolidées. Les supérieures comme alluvionnaires et gardant ce caractère dans toute la vallée du Chélif jusqu'au confluent de la Mina sans jamais s'élever dans le Dahra à des hauteurs dépassant 250 à 300^{m}. Alors que les inférieures atteignent 700^{m}.

(1) Communication faite à la séance du 18 novembre 1895; manuscrit remis le 19 décembre 1895. Epreuves corrigées par l'auteur, parvenues au secrétariat le 3 février 1896.

(2) *B. S. G. F.*, XXI.

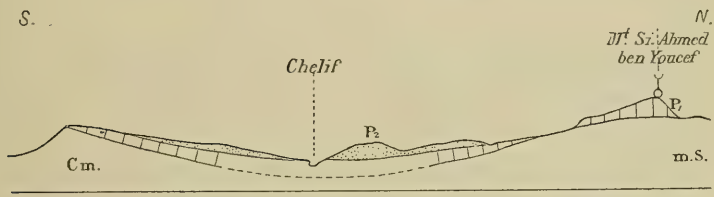
Je décrirai donc surtout le Pliocène inférieur, ne revenant sur les couches supérieures que lorsqu'un fait intéressant sera à signaler.

Beni Rached. — Si l'on s'éloigne de Carnot vers l'Ouest, le Pliocène inférieur se continue toujours avec le même faciès quoique devenant franchement marin. A 5 kilom. O. de Carnot on trouve déjà à la base des grès quelques débris d'*Ostrea* et, plus loin, vers l'Ouest, toujours au même niveau et bien conservé : *Ostrea edulis.*

A partir de ce point, le niveau à Ostrea devient d'une constance remarquable et c'est un point de repère précieux pour déterminer l'âge des grès. Dans les Beni Rached, les grès surmontés de sables et poudingues, forment un synclinal ainsi que le montre la fig. 1.

Fig. 1. — Coupe à travers les Beni Rached.

Échelle { Long. $\frac{1}{100.000}$; Haut. $\frac{1}{25.000}$ }



Cm. Zone des Calc. à mélobesies — P_1 Plioc. inf.
m.S. Marnes à *Cardita Jouanetti* — P_2 Plioc. sup.

Sur les deux pendages du pli, tant sous le Mt Si Ahmed ben Youcef, qu'au contact des grès avec la zone des calcaires à Mélobesies, on retrouve cette couche à *Ostrea* bien nette et bien développée. J'ai trouvé :

Ostrea lamellosa
» *edulis*

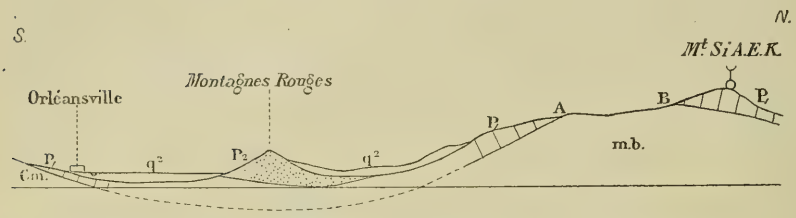
espèces que l'on retrouve dans le Pliocène inférieur des environs d'Alger. Sur le flanc des Beni Rached, les grès affleurent sur une assez grande surface, au contraire l'affleurement est assez restreint sur la rive gauche du Chélif. La formation caillouteuse atteint là son épaisseur maxima et remonte sur le flanc des Beni Rached jusque près de la maison du Caïd, à la cote 444.

Orléansville. — Les grès, surmontés du pliocène, supérieur se poursuivent sans solution de continuité jusqu'à Orléansville même,

où on peut les observer dans la gare et dans la tranchée du chemin de fer sous le pont de la route de l'Ouarsenis. Le Pliocène supérieur constitue la Montagne Rouge. La coupe 2 donne l'allure des couches aux environs d'Orléansville.

Fig. 2. — Coupe à travers les Medjadja.

Échelle { Long. $\frac{1}{100.000}$; Haut. $\frac{1}{50.000}$



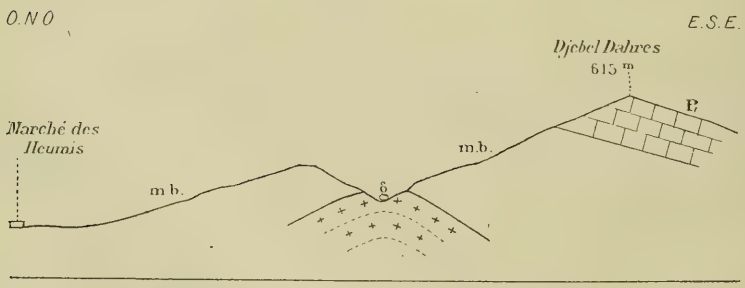
cm. Zone de Calc. à Mélobesies — P_1 Plioc. inf. — Q^2 quatern. anc.
m.b. Marnes bleues — P_2 Plioc. sup.

Cette coupe montre la continuité des grès de la gare avec ceux qui affleurent auprès du village arabe des Medjadja, par suite d'un anticlinal rompu laissant apparaître les marnes miocènes. De chaque côté de cet anticlinal en A et en B on retrouve le niveau à *Ostrea* avec les mêmes espèces que celles indiquées plus haut.

Ce sont donc toujours les mêmes grès que ceux de Carnot, et les sables rouges et poudingues de la Montagne Rouge sont bien l'équivalent des sables et poudingues décrits plus haut.

Fig. 3. — Coupe du Djebel Dahres Sedra.

Echelle { Long. $\frac{1}{50.000}$; Haut. $\frac{1}{25.000}$



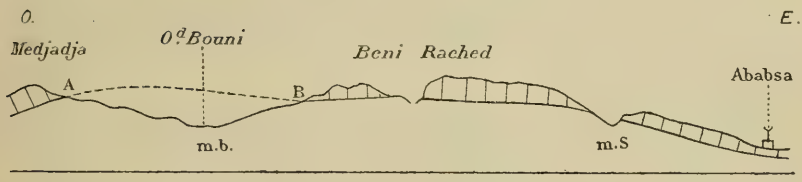
g. gypse — P_1 Plioc. inf.
m.b. marnes bleues

Au nord du village des Medjadja, les grès forment un deuxième synclinal et vont constituer le Djebel Dahres Sedra. La coupe 3 donne les relations de ces grès avec les couches miocènes et le gypse.

C'est dans cette région que commencent les formations gypseuses qui prennent un plus grand développement dans l'Ouest. La position des grès par rapport aux gypses a son importance. La coupe 4 montre l'allure des grès depuis Ababsa, près Carnot, jusqu'aux Medjadja.

Fig. 4. — Coupe suivant la rivière du Chélif.

Echelle { Long. $\frac{1}{200.000}$; Haut. $\frac{1}{150.000}$ }



ms. Marnes à *Cardita Jouanetti.* P1. Plioc. inf.
mb. Marnes bleues. A et B. Zone à *Ostrea.*

Comme il est facile de s'en rendre compte par les deux coupes précédentes, il est impossible d'admettre avec M. Welsch (1) que les *poudingues de Carnot* pourraient être l'équivalent des *gypses.*

Cinq-Palmiers.— Du Djebel Dhares Sedra il est facile d'atteindre les Cinq-Palmiers que l'on aperçoit un peu à l'Ouest sur la rive droite de l'Oued Ouarane (rivière des Sables), soit en descendant directement, et alors les érosions de la rivière laissent paraître les marnes miocènes, soit en remontant un peu au N.-O. et alors sans quitter les grès. Ici les grès sont plus sableux et plus tendres qu'à Carnot. Mais on retrouve à leur base le niveau à Ostrea. M. Welsch y a recueilli :

Pecten flabelliformis.
Ostrea edulis } nombreux exemplaires.
» *digitalina* }

J'ai retrouvé ces mêmes espèces et en plus

Nassa semistriata. *Pecten opercularis.*

(1) Welsch. *B. S. G. F.*, XXIII, page 287.

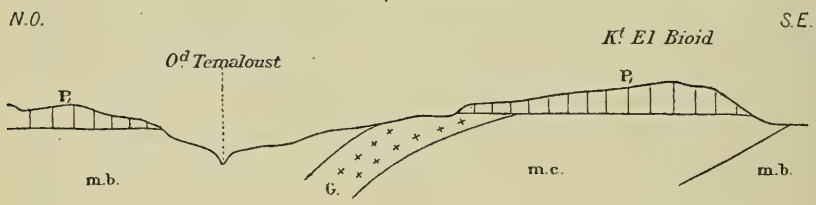
La situation de ces grès par rapport au gypse a été indiquée dans la coupe que M. Welsch (1) a donnée. Je ferai remarquer que les poudingues qui surmontent les grès au Djebel Lazereg sont l'équivalent de ceux de Carnot, vu la continuité et la position au-dessus des mêmes grès et qu'ils ne peuvent être placés au même niveau que les gypses qui en sont séparés par 200m de marnes et environ 50m de grès.

Dans l'Oued Djir (ravin à l'ouest des Cinq-Palmiers) le gypse, les marnes et les grès forment un anticlinal dont la retombée au S.-E. est de 70 à 80°, mais dont le pendage au N. O. est presque horizontal. Dans ce ravin les couches sont bien concordantes, mais si l'on remonte l'Oued el Morra parallèle à l'Oued Djir, on trouve les grès reposant directement sur le gypse sans intercalation des 200m de marnes. C'est là un exemple de la discordance des grès sur les marnes et le gypse.

Rabelais. — Un exemple plus frappant est celui qu'indique la coupe 5 et qui se voit de la route de Charon à Rabelais au point où commence ce qu'on appelle dans la région « la Corniche ». La discordance est manifeste ; les grès presque horizontaux reposent sur les tranches des marnes helvétiennes à *Ostrea crassissima*, des marnes blanches à silex ménilites, des couches de gypse marnes et des bleues.

Fig. 5. — Coupe du Condiat el Bioïd.

Echelle { Long. $\frac{1}{50.000}$; Haut. $\frac{1}{25.000}$ }



mh. Helvétien. mb. Marnes bleues.
mc. Marnes blanches. P1. Plioc. inf.
G. Gypse.

Ces grès se réunissent à ceux des Cinq-Palmiers sans solution de continuité, sauf à la traversée de l'Oued-Ras, où le substratum miocène apparaît.

(1) Welsch. *C.-R. S.*, séance du 18 mars 1895.

Vers l'Ouest, les grès vont constituer en partie les plateaux de Mazouna et de Renault. Les parties inférieures deviennent plus calcaires, c'est le seul changement de faciès que l'on puisse remarquer; les fossiles deviennent plus abondants. Un des gisements les plus importants m'a été indiqué par M. Montière, administrateur de la commune mixte de Renault, à qui la géologie est familière et qui se fait un devoir non-seulement de bien accueillir, mais encore d'accompagner sur le terrain tous ceux que la géologie intéresse. Aussi, je suis heureux de pouvoir lui renouveler ici mes sincères remerciements.

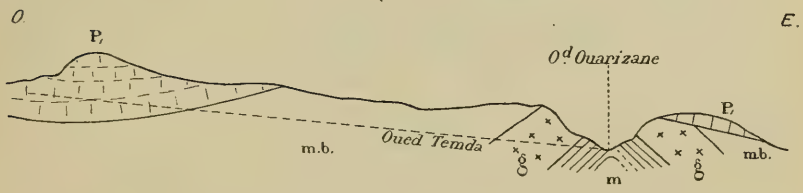
Voici la liste des fossiles recueillis par M. Montière et par moi dans ce gisement :

Schizaster maurus Pom.	*Conus Mercati* Broc.	
Echinolampas algirus Pom.	*Mitra*	à l'état de moule.
Ostrea edulis.	*Perna*	
Pecten maximus.	*Turbo*	
Cardium hians Broc.	*Arca*	
Venus plicata Gml.	*Natica*	
» *islandicoides* Lmk.	*Mytilus*	
Panopea Faujasi Men.		

Cette faune se rapproche beaucoup de celle du Pliocène inférieur des environs d'Alger, tant par les espèces communes que par le mode de fossilisation qui est absolument le même.

Fig. 6. — Coupe le long de l'Oued Temda.

Echelle { Long $\frac{1}{50.000}$; Haut. $\frac{1}{25.000}$ }



m. Marnes schisteuses noires. mb. Marnes bleues.
g. Gypse. P_1. Plioc. inf.

Près de là, si on remonte la vallée de l'Oued Temda, affluent de l'Oued Ouarizane (rivière qui descend de Mazouna) on peut observer la coupe 6 qui montre encore l'indépendance des grès et des marnes miocènes.

Par suite d'un pli anticlinal les grès descendent des plateaux et gagnent la bordure nord et la plaine de Chélif jusqu'au confluent de la Mina avec un plongement au Sud de près de 40°. Sur toute cette bordure les assises inférieures deviennent plus calcaires, les supérieures plus sableuses, ainsi que M. Pomel l'a indiqué (1)

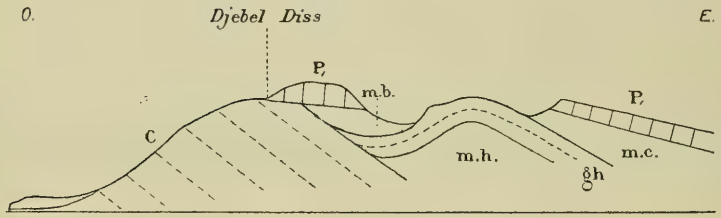
Schizaster maurus Pom. *Spatangus subinermis* Pom.

n'y sont pas rares.

Plateau de Mostaganem. — Au confluent de la Mina les couches gréseuses se relèvent vers l'ouest pour former en s'étalant au sud le plateau de *Mostaganem*, au nord celui de *Ouillis*. Sur le versant

Fig. 7. — Coupe du Djebel Diss.

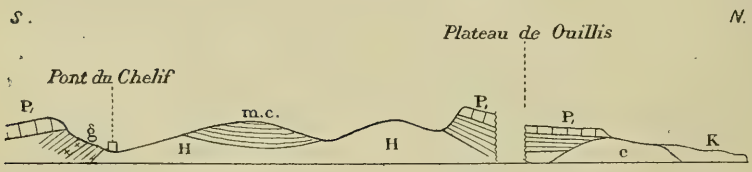
Echelle { Long. $\frac{1}{50.000}$; Haut. $\frac{1}{25.000}$



c. Danien.
mh. Marnes } Helvétien.
gh. Grès
mc. Marnes blanches.
mb. Marnes bleues.
P_1. Plioc. inf.
q. Quaternaire.

Fig. 8. — Coupe du plateau de Ouillis.

Echelle { Long. $\frac{1}{100.000}$; Haut. $\frac{1}{50.000}$



C. Danien.
K. Cartennien.
H. Helvétien.
mc. Marnes blanches.
g. Gypse.
P_1. Plioc. inf.

(1) Pomel. *Texte explicatif. Carte géologique de l'Algérie*, 1889.

ouest du plateau de Mostaganem les grès redeviennent durs et passent près de *Noisy-les-Bains* à une véritable lumachelle où les *Venus* abondent. Le Plateau de *Ouillis* présente la même composition, les grès pliocènes y recouvrent directement les grès et poudingues cartenniens. Les coupes 7 et 8 montrent les relations avec les étages miocènes et avec le Crétacé.

Tous les géologues qui se sont occupés dú Pliocène des environs d'Oran, l'ont identifié avec celui de Mostaganem, M. Pomel le considérant comme Pliocène inférieur, M. Bleicher comme Pliocène supérieur. Cette étude montre que l'interprétation de M. Pomel est exacte.

Le Pliocène supérieur, sableux et caillouteux, se poursuit depuis Orléansville jusqu'auprès de l'Oued Ouarizane, tout en restant sur le bord de la plaine du Chélif; à partir de ce point, il n'en reste vers l'Ouest que des traces par suite de l'érosion du quaternaire ancien. Un témoin important se trouve près de la station de l'Oued Kheir (ligne de Relizane à Mostaganem). Il est constitué par des sables rouges dans lesquels se trouve une assez grosse lentille de calcaire lacustre qui n'a malheureusement donné encore aucun fossile, le tout recouvert de cailloux roulés parfois cimentés en un vrai poudingue. C'est bien le même faciès que les couches supérieures de Carnot, d'Orléansville et des Cinq-Palmiers.

CONCLUSION

Le grès de Mostaganem et par suite ceux d'Oran, ceux des Cinq-Palmiers, d'Orléansville et de Carnot appartiennent au même niveau et ne peuvent être classés dans trois étages différents suivant l'attribution donnée par les notes récemment publiées à ce sujet que je rappelle ci-dessous.

Grès d'Oran = Pliocène supérieur (1).
Cinq-Palmiers = Pontien (2).
Carnot = Sarmatien (2).

L'indépendance de ces couches avec toute la série des terrains miocènes est manifeste et ne permet pas de les classer dans ce groupe. La faune est la même que celle de la molasse de Mustapha dont l'attribution au Pliocène inférieur est certaine. De tout cela il résulte donc que les grès de Carnot, des Cinq-Palmiers et d'Oran

(1) Bleicher, d'après Peron. *B. S. G. F.*, XXI, page 89.
(2) Welsch. *B. S. G. F.*, XXIII, page 287.

sont bien *pliocène inférieur* et que la classification émise au début de cette note pour les couches de Carnot est pleinement justifiée.

La présence de plis anticlinaux et synclinaux dans ces couches du Dahra semble être pour M. Welsch le principal argument pour ne pas les classer dans le Pliocène. Les plis de cette nature existent cependant dans le Sahel d'Alger dont les ondulations sont précisément déterminées par une série d'anticlinaux et de synclinaux. Tout concourt donc à justifier l'attribution de ces couches du Dahra au Pliocène inférieur.

Je terminerai cette étude en remerciant M. Pomel de tous les conseils et les indications qu'il a bien voulu me donner sur cette région du Dahra qu'il connaît si bien et dont l'étude m'a été d'autant plus facile.

NOTE SUR LA FLORE FOSSILE

DES

GISEMENTS HOUILLERS DE RIO GRANDE DO SUL

(BRÉSIL MÉRIDIONAL)

par **M. R. ZEILLER** (1).

(Planches VIII a X).

On connaît au Brésil, particulièrement dans la région méridionale, dans l'Etat de Rio Grande do Sul, un certain nombre de bassins houillers dont la plupart n'ont fait, jusqu'à présent, l'objet que d'explorations superficielles ; aussi ne possède-t-on que peu de renseignements sur la constitution de leur flore, et les quelques plantes fossiles qui y ont été observées s'étant trouvées différentes spécifiquement des types reconnus ailleurs, l'âge en est demeuré tant soit peu incertain. Il me paraît donc intéressant de faire connaître avec quelque détail les observations que j'ai pu faire sur un certain nombre d'empreintes végétales de cette provenance; mais auparavant je crois utile de rappeler brièvement ce que l'on sait de ces gisements.

En 1869, un ingénieur anglais, M. Nath. Plant, indiquait dans une courte note (2) la situation des principaux bassins houillers de la province de Rio Grande do Sul, à savoir le bassin des vallées du Jaguarão et du Candiota au Sud, celui de la rive gauche du Jacuhy plus au Nord, et celui de São Jeronymo. Il signalait en outre d'autres gîtes semblables, dans la province de Santa Catharina,

(1) Communication faite dans la séance du 16 décembre 1895 ; manuscrit remis le 6 janvier 1896. Epreuves corrigées par l'auteur, parvenues au secrétariat le 9 février.

(2) N. Plant, The Brazilian Coal Fields (*Geol. Magaz.*, t. VI, p. 147-150).

près de la côte, sur le Rio Tubarão; dans l'Uruguay, dans la vallée du Rio Negro entre 31 et 32° de latitude et 54-55° de longitude; et enfin dans le Paraguay sur le Rio Tibicuari. M. N. Plant avait exploré en particulier le bassin du Jaguarão et du Candiota, où il avait vu les couches charbonneuses, plongeant faiblement vers le Sud, reposer sur les roches syénitiques et les micaschistes qui forment l'ossature du bassin fluvial du Jaguarão. Il avait recueilli dans la vallée du Candiota quelques empreintes, d'après lesquelles il concluait que les couches de ce gisement appartenaient à la période carbonifère.

M. Carruthers avait reconnu en effet (1), parmi les échantillons de M. Plant, des types génériques de la flore houillère, à savoir une Fougère, une Lépidodendrée et une Cordaïtée, mais représentés par des formes spécifiques inédites qu'il avait respectivement décrites sous les noms d'*Odontopteris Plantiana*, *Flemingites Pedroanus* et *Nœggerathia obovata*.

L'année suivante, dans une note remise par lui à Agassiz et reproduite par M. Hartt (2), M. Plant donnait de nouveaux détails, plus complets, sur ce même bassin du Jaguarão et du Candiota, qu'il indiquait comme s'étendant dans les vallées du Jaguarão et de ses affluents, le Candiota et le Jaguarão Xico, et comme mesurant environ 80 kilomètres de longueur du Sud au Nord, avec une largeur de près de 50 kilomètres; il annonçait en même temps qu'en outre des formes décrites par M. Carruthers, il y avait reconnu des *Lepidodendron* et des *Glossopteris* en assez grande abondance.

M. Liais, en reproduisant, en 1872, ces indications dans son ouvrage sur le Brésil (3), mentionnait également, comme végétaux fossiles observés dans ce bassin, des *Sphenopteris*, ainsi que des Calamites.

Beaucoup plus récemment, en 1891, M. le Prof. Alf. Hettner a consigné dans le Journal de la Société de Géographie de Berlin (4) les renseignements qu'il avait recueillis sur place sur les gisements

(1) Carruthers, On the plant-remains from the Brazilian Coal-beds, with remarks on the genus *Flemingites* (*Geol. Magaz.*, t. VI, p. 151-156, pl. V, VI).

(2) Scientific results of a journey in Brazil, by L. Agassiz. Geology and physical geography, by C. F. Hartt, p. 521-527. Boston-Londres, 1870. In-8°, 628. pages.

(3) E. Liais, Climats, géologie, faune et géographie botanique du Brésil, p. 208, Paris, in-8°, 1872.

(4) Dr Alf. Hettner, Das südlichste Brasilien (Rio Grande do Sul) (*Zeitschr. d. Gesellsch. für Erdkunde zu Berlin*, t. XXVI, p. 84-144).

houillers de Rio Grande do Sul, dont l'un, celui de l'Arroyo dos Ratos, près de São Jeronymo, est depuis un certain nombre d'années l'objet de travaux réguliers d'exploitation. D'après le travail de M. Hettner, comme d'après les rapports de M. Eug. Dähne, ingénieur de la mine de l'Arroyo dos Ratos (1), qu'il a eu l'extrême obligeance de me communiquer, les bassins de la

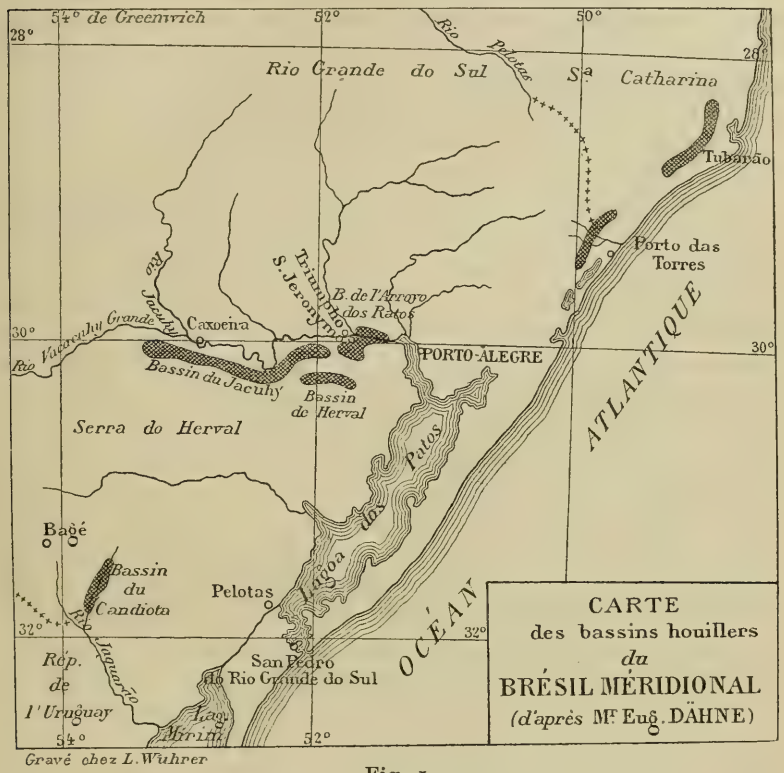


Fig. 1.

région du Jacuhy sont au nombre, non pas de deux, mais de trois, constitués par des couches peu inclinées, reposant partie sur le granite, partie sur le gneiss ou les schistes cristallins. Le plus

(1) E. S. Eugenio Dahne. Relatorio das exploraçoes geologicas e medição das datas mineraes feitas por ordem da Companhia das minas de carvão de pedra do Arroio dos Ratos. Rio de Janeiro. 1887. In-4°, 30 p., 1 pl.— A mineração de carvão e as concessões da Companhia estrada de ferro e minas de São Jeronymo no Estado do Rio Grande do Sul. Porto-Alegre. 1893. In-4°, 111 p., 4 pl.

étendu est celui du Jacuhy, qui a une longueur de 30 à 40 lieues sur 3 kilomètres de largeur maxima ; on y a reconnu sur certains points jusqu'à douze couches de charbon, dont la plupart dépassent 1 mètre et dont l'une atteint $3^m,50$ d'épaisseur ; il n'y a cependant été fait jusqu'ici que de simples explorations. Le bassin de Herval, situé un peu plus à l'Est, sur le versant nord de la Serra de Herval, est long d'environ 12 lieues de l'Ouest à l'Est, avec une largeur de 3 à 4 kilomètres ; il y a été fait quelques travaux d'exploitation, aujourd'hui abandonnés. Enfin, le bassin de l'Arroyo dos Ratos, situé au Nord-Est de celui de Herval, mais un peu plus bas, s'étend jusqu'au Jacuhy ; l'exploitation y porte sur une couche de $1^m,50$ à $2^m,50$ de puissance, les autres couches, moins pures ou moins épaisses, étant laissées de côté.

La carte ci-contre (fig. 1), que j'emprunte à l'un des rapports précités de M. Eug. Dähne, montre la situation topographique de ces bassins, ainsi que de celui du Candiota, qui semble toutefois, d'après les indications de M. Plant, devoir occuper une superficie plus considérable, et notamment devoir s'étendre un peu plus au Sud que la carte ne l'indique, jusque dans la vallée du Jaguarão. Au Nord, on a reconnu deux autres bassins alignés parallèlement à la côte, l'un voisin de Torres, à cheval sur l'Etat de Rio Grande do Sul et sur celui de Santa-Catharina, l'autre, celui du Rio Tubarão, déjà mentionné par M. Plant.

On a de même, d'après M. Liais et M. Hettner, signalé des dépôts houillers dans le Parana, et l'on en connaît d'autres, encore plus au Nord, dans l'état de São Paulo, à Piracicaba ; ces derniers ont même fourni à M. B. Renault un type nouveau de tige arborescente de Lycopodinée à structure conservée, le *Lycopodiopsis Derbyi* (1) ; et l'on y a trouvé, en outre, d'après les renseignements donnés à M. Renault par M. Orville Derby, des bois de Cordaïtes, des *Psaronius*, des restes d'un reptile (*Stereosternum tumidum* Cope), et enfin quelques fossiles marins mal conservés, paraissant appartenir au Houiller supérieur ou au Permien.

Je crois devoir rappeler en outre que M. Hartt a recueilli dans le Sud de la province de Bahia, entre la côte et le bord de la terrasse continentale, une empreinte de tige paraissant appartenir à une Equisétinée et ressemblant notamment à certains Astérophyllites (2). Enfin, beaucoup plus loin encore vers le Nord, dans la

(1) B. Renault, Notice sur une Lycopodiacée arborescente du terrain houiller du Brésil (*Bull. Soc. hist. nat. d'Autun*, t. III, p. 109-124, pl. IX).

(2) Hartt, loc. cit., p. 243.

province de Piauhy, la présence de dépôts houillers ou permiens paraît attestée par la découverte qu'y a faite de Martius, entre Oeiras et São Gonçala d'Amarante, d'un fragment de *Psaronius* qui constitue le type du *Psar. brasiliensis* (1); on aurait même, d'après un renseignement reproduit par M. Hartt (2), mais qu'il n'a pu vérifier, exploité autrefois un gisement de charbon d'une certaine importance dans le voisinage du Rio Piauhy.

D'après les quelques observations que j'ai citées, la flore de ces différents gisements houillers n'avait rien paru offrir d'anormal, les types reconnus, frondes et tiges de Fougères, Lépidodendrées, Cordaïtées, ne différant pas génériquement des types habituels de notre flore houillère. M. Plant avait, il est vrai, signalé dans le bassin du Candiota la présence du genre *Glossopteris*, mais rien ne prouvait que ce nom n'eût pas été pris dans le sens où Brongniart l'entendait en 1822 pour son *Filicites* (*Glossopteris*) *dubius*, et que l'auteur n'eût pas eu simplement en vue un *Lepidophyllum*, comme cela a été le cas pour les prétendus *Glossopteris* du bassin d'Eregli, en Asie Mineure (3). En tout cas, cette indication, quelle qu'en fût la valeur, n'avait pas autrement fixé l'attention.

Il ne devait pas en être de même de celle que donnait en 1891 M. Hettner, lorsqu'il annonçait (4) que M. le Professeur Koken avait reconnu la présence de représentants de la flore à *Glossopteris* dans les échantillons de la mine de l'Arroyo dos Ratos que lui avait remis M. Eug. Dähne et qu'il avait déposés au Musée d'histoire naturelle de Berlin. M. Hettner concluait de là que les dépôts charbonneux de l'Arroyo dos Ratos devaient être rapportés à la période triasique. Ce fait, de la découverte de la flore à *Glossopteris* au Brésil, fut immédiatement relevé par M. Steinmann (5), qui le signala à l'attention des géologues, et il fut accueilli par eux avec un vif intérêt (6).

Mais les espèces reconnues n'avaient pas été spécifiées, et l'on était en droit de se demander s'il s'agissait bien là des types vraiment caractéristiques de cette flore, et non de formes susceptibles

(1) Ad. Brongniart, Notice sur le *Psaronius brasiliensis* (*Bull. Soc. Bot. Fr.*, t. XIX, p. 6).

(2) Hartt, loc. cit., p. 380.

(3) R. Zeiller, Sur la flore des dépôts houillers d'Asie Mineure (*C. R. Ac. Sc.*, t. CXX, p. 1230-1231).

(4) A. Hettner, loc. cit., p. 91, p. 125.

(5) G. Steinmann, A sketch of the geology of South America (*Amer. Nat.*, t. XXV, p. 857).

(6) De Lapparent, *Traité de Géologie*, 3e édition, p. 905.

de se retrouver dans les dépôts similaires de l'hémisphère boréal, telles par exemple que les *Trizygia*, qu'on a parfois cités comme appartenant en propre à la flore de Damuda, dans l'Inde, et qui, par le fait, ne sont autre chose que des *Sphenophyllum*. D'autre part, étant admise la présence de la flore à *Glossopteris* dans les dépôts de l'Arroyo dos Ratos, rien ne prouvait que ceux-ci fussent contemporains de ceux du Candiota, et il restait à savoir si cette flore avait coexisté dans la région méridionale du Brésil avec les formes habituelles de la flore houillère européenne et nord-américaine, ou bien leur avait seulement succédé, comme dans l'Afrique australe, ainsi que semblaient l'indiquer les différences que présentaient, au point de vue de l'estimation de l'âge, les conclusions de MM. Plant et Carruthers, et celles de M. Hettner. Les observations qu'il m'a été donné de faire me permettent de répondre à cette double question, aussi intéressante au point de vue géologique qu'au point de vue paléobotanique.

J'ai pu tout d'abord examiner une importante série d'échantillons de la mine de l'Arroyo dos Ratos, faisant partie de la collection de roches et de minéraux du Brésil de Son Altesse Madame la Comtesse d'Eu, qui a bien voulu, sur la demande de M. Daubrée, m'autoriser, avec la plus gracieuse libéralité, à étudier ces échantillons et à conserver quelques-uns d'entre eux pour l'Ecole des Mines. Ils consistent en blocs ou en plaques de charbon terreux, dont la plupart ne montraient à leur surface que peu d'empreintes déterminables ; mais j'ai pu, grâce à leur fissilité, en mettre à nu, en les refendant, un certain nombre d'autres. Une particularité qui mérite d'être signalée tout d'abord, consiste dans le mode de conservation des débris végétaux qu'ils renferment, et qui sont, presque sans exception, intégralement transformés en fusain, aussi bien lorsqu'il s'agit de feuilles ou d'écorces que de fragments de bois, tandis que, dans nos dépôts houillers, ce ne sont guère que ces derniers qui se présentent sous cet aspect, les tissus épidermiques étant en général conservés sous forme de lames charbonneuses plus résistantes, se décollant de la roche, au moins sur une de leurs faces, sur toute leur étendue. Il semble que les conditions auxquelles ont été soumis ces débris végétaux aient dû être ici quelque peu différentes de ce qu'elles étaient ailleurs, les plaques d'écorces et les feuilles détachées ayant peut-être, par exemple, séjourné et fermenté d'abord à l'air avant d'être entraînés dans le bassin de dépôt, ainsi qu'il semble que cela a dû arriver pour les fragments de bois

transformés en fusain qu'on observe dans presque tous nos dépôts houillers.

Quoi qu'il en soit, ce mode de conservation rend la détermination de ces débris relativement difficile, le décollement d'avec la roche se faisant irrégulièrement et les empreintes manquant, par suite, de netteté ; on peut toutefois, dans certains cas, obtenir d'assez bonnes empreintes en creux en se débarrassant, à l'aide d'une brosse douce, du fusain resté adhérent à l'échantillon.

Ces charbons terreux de l'Arroyo dos Ratos renferment surtout en abondance des débris de feuilles linéaires et de grosses macrospores triradiées, respectivement identiques à ceux que M. Carruthers a compris sous la dénomination de *Flemingites Pedroanus*, ainsi que quelques fragments de tiges et de rameaux en tout semblables également à ceux qu'il a décrits sous ce même nom. Les figures qu'il en a données ne permettaient pas de douter qu'il s'agit d'un vrai *Lepidodendron*, dont la partie supérieure des coussinets, peut-être avec les feuilles encore adhérentes, était restée engagée dans la roche. J'ai réussi, sur les échantillons de l'Arroyo dos Ratos, en enlevant le fusain des empreintes en creux, à dégager complètement quelques-unes de celles-ci, que j'ai représentées sur les fig. 1 à 3 de la Planche VIII.

Les coussinets foliaires sont, comme on le voit, quelque peu variables de forme, d'un échantillon à l'autre ; mais l'empreinte de la figure 3 montre le passage des coussinets relativement larges, situés à gauche, aux coussinets plus allongés de la partie droite, à peu près semblables à ceux de l'échantillon fig. 2. Ces coussinets paraissent avoir été dépourvus de carène, et l'on soupçonne seulement çà et là quelques traces de rides transversales. En quelques points on distingue la cicatrice foliaire, de forme rhomboïdale à peu près régulière, mais à angles inférieur et supérieur plus ou moins arrondis (fig. 1 A, 2 A), placée vers le quart supérieur de l'axe longitudinal du coussinet. Quant aux cicatricules, elles sont presque toujours indiscernables ; on aperçoit cependant assez fréquemment une dépression centrale, correspondant au passage du faisceau foliaire. Il semble que ces fragments d'écorces devaient être déjà quelque peu altérés à la surface lorsqu'ils ont été enfouis dans la boue de détritus végétaux qui en a moulé les reliefs. En tout cas, l'attribution au genre *Lepidodendron* n'est pas douteuse, et si l'espèce ne peut être identifiée à aucune de nos espèces houillères de l'Europe ou du Nord de l'Amérique, elle a du moins de grandes analogies, au point de vue de la forme des coussinets

et de la cicatrice foliaire, ainsi que de la position de celle-ci, avec plusieurs d'entre elles, telles, notamment, que *Lep. dichotomum* Sternberg et *Lep. ophiurus* Brongniart.

Des divers organes réunis par M. Carruthers sous le nom de *Flemingites Pedroanus*, le cône de fructification, qui doit être considéré comme le type de l'espèce, à raison même du nom générique employé, et les fragments de rameaux appartiennent, le premier comme les derniers, au genre *Lepidodendron*, et leur association, en l'absence d'autres empreintes représentant des formes spécifiques différentes du même genre, autorise à les considérer comme provenant de la même plante et à appliquer à ces fragments de tiges ou de rameaux le nom de *Lepidodendron Pedroanum* Carruthers (sp.) (1). Les échantillons que j'ai examinés renferment en outre d'autres fragments, en partie décortiqués, ne présentant plus, à la place des coussinets foliaires, que de légères protubérances à contour mal défini, mais avec des cicatrices sous-corticales linéaires bien visibles, dont la disposition et l'espacement relatifs ne permettent pas de douter qu'on ait affaire encore à la même espèce.

Quant aux fragments de feuilles, si abondants à la surface des plaques de charbon de l'Arroyo dos Ratos (Pl. VIII, fig. 5, 6), ils ne diffèrent pas de ceux que M. Carruthers a figurés, et il est possible qu'ils appartiennent réellement, comme il l'a admis, au *Lepidodendron Pedroanum*. Ce sont des feuilles linéaires, de $1^{mm},25$ à 3 millimètres de largeur, présentant au premier coup d'œil à leur surface des stries très fines et très serrées résultant, comme on le reconnaît à la loupe, de l'alignement parallèle des petites fibres de fusain qui en constituent la substance. Les mieux conservées apparaissent comme trinerviées, avec les deux nervures latérales plus visibles souvent que la nervure médiane ; mais un examen un peu attentif montre ces deux bandes latérales dépourvues du fusain brillant qui constitue le reste de la feuille, ce qui indique qu'elles correspondent à une interruption des tissus : elles représentent donc, à n'en pas douter, les gouttières stomatifères longitudinales dont M. B. Renault a reconnu l'existence à la face inférieure des feuilles

(1) Il me paraît peu probable qu'il faille rapporter à cette espèce les échantillons du Culm de Retamito, dans la République Argentine, auxquels ce nom a été appliqué par M. L. Szajnocha (*Ueber einige carbone Pflanzenreste der Argentinischen Republik*, in *Sitzungsber. d. k. Akad. Wiss. Wien*, t. C, Abth. I, p. 5, pl. II, fig. 2, 3) ; les figures de détail que cet auteur en a données, montrant des coussinets foliaires alignés en files verticales très nettes, me feraient plutôt songer à certaines espèces du Culm, et en particulier au *Lep. Volkmanni* Sternberg.

de Lépidodendrons comme de Sigillaires. On pourrait même se demander, à raison de l'importance relative de ces bandes latérales, si ces feuilles n'appartiendraient pas à des Sigillaires, celles-ci paraissant, d'après les échantillons silicifiés étudiés par M. Renault, comme d'après les empreintes bien conservées qu'on observe souvent dans nos terrains houillers, avoir eu des gouttières stomatifères plus larges que les Lépidodendrons : en général, en effet, chez ces derniers, on n'en retrouve que rarement et difficilement la trace sur les empreintes, tandis que chez les feuilles de Sigillaires elles sont toujours très visibles et simulent, comme ici, deux nervures latérales. J'ajoute que M. Eug. Dähne, en mentionnant dans ses rapports les types de végétaux fossiles rencontrés dans les charbons du Candiota et de l'Arroyo dos Ratos, cite, à côté des espèces trouvées par M. Plant, le genre *Sigillaria* (1), mais sans indiquer malheureusement par qui il aurait été observé. Il semble toutefois que les fragments de feuilles en question soient bien étroits pour des feuilles de Sigillaires, quelque forte que puisse être la contraction imputable à leur transformation en fusain, et, par le fait, leurs dimensions en largeur correspondraient bien avec celles des cicatrices foliaires du *Lepidodendron Pedroanum* ; il est vrai qu'elles sont encore compatibles avec celles des cicatrices foliaires du *Lepidophloios laricinus*, dont j'ai également, comme je le dirai plus loin, reconnu la présence dans les échantillons de l'Arroyo dos Ratos. Mais aucune d'entre elles ne montrant sa base d'insertion, il est impossible, en fin de compte, et quelque vraisemblable que puisse être l'attribution admise par M. Carruthers, de déterminer avec certitude à quel type spécifique ou même générique appartiennent ces feuilles, dont on peut dire seulement qu'elles proviennent à coup sûr de quelque Lépidodendrée ou Sigillariée.

La même incertitude existe pour les grosses macrospores dont j'ai parlé et qui sont également très fréquentes dans les échantillons que j'ai examinés : elles se présentent sous la forme de disques plus ou moins déformés, de 2 millimètres environ de diamètre, constitués par une pellicule d'un brun-jaunâtre, assez résistante, mais se brisant cependant en fragments lorsqu'on veut la détacher de la roche. J'ai pu néanmoins en isoler un grand nombre, en traitant d'abord par l'acide nitrique et le chlorate de potasse, puis par l'ammoniaque, des fragments de ces charbons terreux. Le charbon, transformé en acide ulmique par le réactif oxydant, se dissout en

(1) Eug. Dahne, Relatorio das exploraçoes geologicas, p. 22.

partie, et en tout cas se désagrège totalement, de sorte que les macrospores sont mises en liberté. L'action de l'ammoniaque les gonfle légèrement et leur rend un peu de souplesse, mais si le traitement a eu lieu à une température trop élevée et surtout maintenue telle un peu trop longtemps, elles finissent par se dissoudre complètement. La fig. 2 ci-dessous représente, au grossissement de 8 diamètres, trois de ces macrospores, ainsi isolées par un traitement convenable : leur diamètre varie de $1^{mm},75$ à $2^{mm},25$; il n'en reste que l'exospore, parfaitement lisse, fendue, sans parler des déchirures accidentelles, suivant trois lignes de déhiscence divergeant à partir d'un même point sous des angles de 120° et réunies à l'autre extrémité par trois arcs légèrement saillants. Ces spores se montrent ainsi absolument semblables à celles du *Sigillariostrobus Tieghemi* (1), et comme les macrospores des cônes de *Lepidodendron* actuellement connus n'atteignent pas d'aussi grandes dimensions, il me paraît fort probable que ces spores ne doivent pas appartenir au *Lepidodendron Pedroanum*, auquel M. Carruthers les avait attribuées. Je n'oserais pas toutefois, malgré leur ressemblance avec les spores de certaines Sigillaires, les rapporter positivement au genre *Sigillaria*, la présence de ce genre dans les dépôts charbonneux de l'Arroyo dos Ratos ne m'étant pas autrement prouvée ; il ne serait pas impossible, au surplus, qu'elles appartinssent au *Lepidophloios laricinus*, l'ignorance où nous sommes au sujet des organes reproducteurs de cette espèce ne permettant pas de l'exclure à priori.

Fig. 2. — Macrospores. Gross. 8 diam.

Ces spores ne sont pas les seules que j'aie observées dans les charbons de l'Arroyo dos Ratos : si l'on examine au microscope le résidu de fine poussière que laisse le traitement par les réactifs oxydants et par l'ammoniaque, on y reconnaît d'abord une assez grande quantité de parcelles charbonneuses opaques, apparemment des fragments de fibres de fusain non attaquées, puis des débris de tissus cellulaires, d'épidermes probablement, à cellules allongées parallèlement les unes aux autres et tronquées obliquement à leurs extrémités, quelques trachéides rayées, isolées,

(1) R. Zeiller, Cônes de fructification de Sigillaires (*Ann. sc. nat.*, 6e Sér., *Bot.*, t. XIX, p. 264, pl. 11, fig. 4b). — Flore foss. du bassin houiller de Valenciennes, p. 593, pl. LXXXIX, fig. 2B.

provenant peut-être du faisceau libéroligneux des feuilles de Lépidodendrées ou de Sigillariées si abondantes dans ces échantillons, et enfin d'innombrables petits grains unicellulaires, spores et grains de pollen, qui entrent évidemment pour une part notable dans la constitution de ces charbons, et dans lesquels j'ai reconnu trois types de spores bien distincts. Les unes, assez fréquentes, représentées au grossissement de 160 diamètres sur la fig. 3 ci-dessous, mesurent $0^{mm},080$ à $0^{mm},085$ de diamètre ; elles sont parfaitement sphériques, absolument lisses, et fendues suivant trois lignes divergentes relativement courtes ; peut-être sont-ce les microspores de la même plante qui portait les grosses macrospores dont il a été parlé tout à l'heure.

Fig. 3. — Microspores. Gross. 160 diam.

Le second type est un peu plus rare : il se présente sous la forme de pyramides triangulaires surbaissées, à base convexe en forme de calotte sphérique, de $0^{mm},07$ à $0^{mm},11$ de diamètre, entourée d'un bourrelet plus ou moins saillant, pourvues sur toute leur surface de très fines aspérités ou rugosités (fig. 4). On les trouve parfois réunies en tétrades, ainsi qu'on le voit à gauche de la figure.

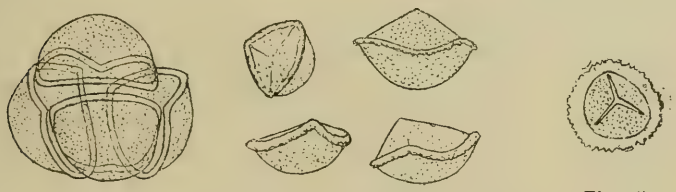


Fig. 4. Fig. 5.

Fig. 4 et 5. — Spores. Gross, 160 diam.

Vues à plat, elles affectent un contour presque circulaire, et le bourrelet dont elles sont munies présente alors l'aspect d'une collerette équatoriale finement dentelée ; l'une d'elles (fig. 5) s'est montrée fendue suivant ses trois arêtes rectilignes, affectant ainsi une grande ressemblance avec certaines spores de Lycopodinées. Je ne doute pas, d'après cette ressemblance, que ces petits corps doivent être considérés comme des spores, plutôt que comme des grains de pollen, sans pouvoir affirmer cependant qu'il faille les rapporter à des Lycopodinées.

J'en dirai autant, par analogie, du troisième type, lequel est de

beaucoup le plus abondant, représenté qu'il est dans chaque préparation par des myriades d'exemplaires. Il est constitué par des corps tétraédriques à faces convexes, de $0^{mm},04$ à $0^{mm},06$ de diamètre, à surface hérissée de petites pointes très fines et très aiguës (fig. 6); ils se montrent quelquefois réunis en tétrades, mais on les trouve également agglomérés en nombre considérable, et sans qu'il soit alors possible de distinguer dans la masse les groupements en tétrades réguliers que leur forme paraît comporter et qu'on observe parfois réellement à l'état isolé, comme je viens de le dire et comme le montre la fig. 6. On peut se demander si l'on a affaire à des spores ou à des grains de pollen, mais la grande analogie de ces corps avec ceux du deuxième type, lesquels ressemblent eux-mêmes à certaines spores de Lycopodinées, ne me permet guère de douter qu'il s'agisse encore ici de spores, pouvant provenir de quelque Lycopodinée ou peut-être de quelque Equisétinée, le groupement en tétrades s'observant aussi dans cette classe de Cryptogames vasculaires.

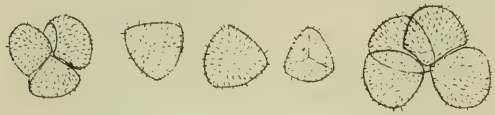


Fig. 6. — Spores. Gross. 160 diam.

Enfin, avec ces diverses spores, on remarque des sacs ovoïdes, de $0^{mm},07$ à $0^{mm},08$ de largeur sur $0^{mm},12$ environ de longueur, qui présentent deux fentes diamétralement opposées, dirigées l'une transversalement, l'autre longitudinalement, comme le montre la fig. 7; autour de ces fentes, la surface est lisse, mais partout ailleurs elle se montre finement chagrinée ou hérissée. Il ne me paraît pas douteux qu'il faille voir dans ces corps des grains de pollen, ayant dû appartenir à quelque plante gymnosperme et semblables en particulier, par leur forme et leurs dimensions, à ceux que M. Renault a observés chez les Cordaïtes.

Fig. 7. — Grain de pollen. Gross. 160 d.

Revenant maintenant aux empreintes directement visibles, je mentionnerai plusieurs fragments d'écorce, dont un large de $0^{m},28$, dans lesquels il est impossible de ne pas reconnaître le *Lepidophloios laricinus* Sternberg, si fréquent dans nos formations houillères : la forme des coussinets foliaires, allongés dans le sens transversal, leur disposition imbriquée, l'irrégularité apparente de leur contour, résultant de ce qu'ils se recouvrent et se masquent en partie les uns les autres, la situation de la cicatrice foliaire à l'un des angles

obtus de ces compartiments rhomboïdaux, tous ces caractères sont si précis, qu'il ne peut rester aucun doute sur l'attribution. Les figures 1 à 3 de la Pl. IX reproduisent, mais orientées le bas en haut, les portions les plus nettes de ces empreintes, telles qu'elles se montrent après enlèvement du fusain qui y était resté adhérent et en oblitérait les contours. Comme pour le *Lepidodendron Pedroanum*, il semble que ces fragments d'écorces devaient être légèrement altérés à la surface lorsqu'ils ont été ainsi moulés, car si l'on discerne çà et là quelque trace de la cicatricule laissée par le faisceau foliaire, il est impossible de rien distinguer des cicatricules latérales, non plus que de la cicatricule ligulaire ; mais l'absence de ces caractères de détail est sans importance pour la détermination.

Outre les formes que je viens de passer successivement en revue, *Lepidophloios laricinus*, *Lepidodendron Pedroanum*, feuilles de Lépidodendrées ou de Sigillariées, spores diverses de Cryptogames vasculaires, notamment macrospores et microspores de Lycopodinées, et grains de pollen, j'ai observé dans ces échantillons de l'Arroyo dos Ratos quelques fragments mal conservés, non susceptibles de détermination, que je crois cependant devoir signaler : à savoir, d'abord l'empreinte d'un fragment d'écorce muni de protubérances arrondies, disposées en quinconce, qui pourrait appartenir à un *Stigmaria*, mais qui peut encore n'être qu'une portion décortiquée de tige de Lépidodendrée affectant la forme de *Knorria;* ensuite un petit fragment de feuille à nervures dichotomes légèrement divergentes, ne comprenant pas entre elles de nervures plus fines, et faisant par là songer plutôt aux *Nœggerathiopsis* qu'aux Cordaïtes proprement dits, mais ce fragment est trop peu étendu pour qu'on puisse tenter une détermination, même générique. Enfin, un des échantillons m'a montré dans son épaisseur un lit de houille brillante épais de 7 à 8^{mm}, dont l'examen m'a prouvé qu'il représentait un fragment de tige ligneuse à structure encore discernable ; du moins, sur les cassures à direction radiale, ai-je pu distinguer deux séries de stries parallèles se croisant à angle droit, les unes discontinues, les autres continues, répondant d'une part aux rayons médullaires, d'autre part aux éléments ligneux. Ceux-ci sont tous semblables et sur quelques-uns on peut, au microscope, avec un éclairement convenable, apercevoir des ponctuations alignées, qui dénotent des trachéides ponctuées, à ponctuations aréolées, semblables à celles des bois de Cordaïtes ou de Conifères. Malheureusement l'excessive fragilité de cette houille n'a pas permis d'arriver à en faire de préparations microscopiques.

Si peu nombreuses que soient les espèces reconnues, les échantillons compris dans la collection de Madame la Comtesse d'Eu fournissent de très utiles renseignements. D'une part, en effet, l'identité respective des tiges de *Lepidodendron Pedroanum*, ainsi que des feuilles et des macrospores qui les accompagnent, avec les fragments similaires décrits par M. Carruthers, tranche la question de l'âge relatif des dépôts charbonneux de l'Arroyo dos Ratos et de ceux du Candiota, et ne permet pas de douter de leur contemporanéité. D'autre part, la présence du *Lepidophloios laricinus* atteste que notre flore houillère était représentée dans la région méridionale du Brésil par des types non seulement génériquement, mais spécifiquement identiques à ceux de l'hémisphère boréal, et il vient en même temps donner une indication, tout au moins fixer une limite, pour l'âge de ces dépôts : on sait, en effet, que le *Lepidophloios laricinus* ne se montre ni au-dessous de la région inférieure du Westphalien, ni au-dessus de la base du Permien ; le niveau le plus élevé auquel il ait été observé est celui de l'Autunien inférieur de la région de Brive, où il s'est montré, au puits de Larche, associé avec diverses espèces permiennes, notamment avec le *Callipteris conferta* (1). J'examinerai plus loin quelles conclusions l'on peut tirer de ces observations.

Mais, dans tous ces échantillons, à part un fragment de feuille pouvant rappeler les *Nœggerathiopsis*, il ne s'était trouvé aucun type de la flore à *Glossopteris*, et les représentants de cette flore reconnus par M. le Prof. Koken n'ayant, comme je l'ai dit, pas été spécifiés, il était désirable que l'indication de M. Hettner fût vérifiée et précisée. J'ai donc pris la liberté, avec l'autorisation qu'il m'en a très aimablement donnée, de demander à M. le Professeur Beyrich communication des échantillons de l'Arroyo dos Ratos déposés au Musée d'Histoire naturelle de Berlin. Cette demande, que M. le Dr Potonié a bien voulu appuyer auprès de son savant confrère, ayant été favorablement accueillie, j'ai reçu en communication, par les soins de M. le Dr Jaekel, attaché aux collections géologiques et minéralogiques du Musée, les mieux conservés des échantillons rapportés par M. Hettner, ainsi qu'un estampage sur feuille d'étain de l'un d'entre eux, dont l'excessive fragilité ne permettait pas de l'exposer aux risques du voyage ; en outre M. Potonié a eu la complaisance de faire faire pour moi, sous ses yeux, par M. E. Ohmann, l'habile dessinateur dont tous les paléobotanistes con-

(1) R. Zeiller, Flore foss. du bassin houiller et permien de Brive, p. 77.

naissent le talent, un dessin particulièrement soigné de cet échantillon ; qu'il me soit permis d'adresser ici à tous ces Messieurs mes plus vifs remerciments. J'ai pu, grâce à ce précieux concours de bienveillantes obligeances, étudier moi-même à loisir les échantillons remis par M. Eug. Dähne à M. Hettner, et je vais maintenant faire connaître les observations que j'ai faites sur cette deuxième série d'empreintes.

J'ai tout d'abord reconnu, sur des plaques de charbon terreux semblables à celles de la collection de Madame la Comtesse d'Eu, le *Lepidophloios laricinus*, mais en exemplaires moins complets et moins nets, puis le *Lepidodendron Pedroanum*, sous la forme seulement de rameaux décortiqués, dont l'un, le meilleur, est représenté sur la fig. 4 de la Pl. VIII; il consiste en une portion de tige ou de branche dépouillée des assises les plus extérieures de son écorce, et à la surface de laquelle les faisceaux foliaires font une saillie marquée, donnant à l'échantillon l'aspect de certains *Knorria* ; les feuilles linéaires et les grosses macrospores dont j'ai parlé plus haut sont également représentées. Mais ces échantillons renferment en outre quelques fragments de feuilles à nervures dichotomes divergentes s'anastomosant çà et là de manière à former de très longues aréoles ; les moins incomplets d'entre eux se trouvent malheureusement sur une roche feldspathique blanche, intercalée dans le charbon sous forme de lentilles, et sur laquelle il est extrêmement difficile de suivre le cours des nervures, marquées en blanc sur fond blanc : on y reconnaît cependant quelques anastomoses non douteuses, ainsi qu'on peut le constater à la loupe sur la fig. 3 de la Pl. X, sur laquelle les nervures sont, d'ailleurs, beaucoup plus visibles que sur l'échantillon lui-même, ainsi qu'il arrive parfois avec les clichés photographiques. En tout cas ces fragments de feuilles étaient trop peu étendus pour pouvoir se prêter à une détermination suffisamment sûre, et c'est seulement grâce à l'estampage de l'empreinte charbonneuse beaucoup plus complète et mieux conservée qui n'avait pu m'être envoyée, et au dessin qu'en a fait M. Ohmann, qu'il m'a été possible de reconnaître avec certitude une Fougère appartenant à l'un des types les plus caractéristiques de la flore à *Glossopteris*, à savoir *Gangamopteris cyclopteroides* Feistmantel, particulièrement fréquent dans les couches indiennes de Talchir et de Karharbari, et connu également en Tasmanie dans le bassin de la Mersey, ainsi que dans les grès de Kimberley au Sud de l'Afrique. Les fig. 1 et 2 de la Pl. X reproduisent, d'après le dessin de M. Ohmann, les deux feuilles dont

l'échantillon en question offre l'empreinte, et dont l'une, celle de la fig. 1, est conservée sur presque toute son étendue ; la nervation en est parfaitement nette, et le caractère essentiel du genre *Gangamopteris*, consistant dans l'absence de nervure médiane, est des plus accentués. Bien qu'aucune de ces feuilles ne montre son extrême base, la convergence de leurs bords vers le bas, du moins sur la fig. 1, prouve qu'on a affaire ici à la forme que O. Feistmantel a distinguée sous le nom de *Gangamopteris cyclopteroides*, var. *attenuata*, laquelle, du reste, accompagne presque partout la forme typique de l'espèce.

L'assertion de M. le Prof. Koken se trouve donc vérifiée, et l'intérêt qu'offrait la découverte de types de la flore à *Glossopteris* dans les dépôts charbonneux du Brésil méridional est encore augmenté par la constatation de cette association, qui jusqu'ici n'avait été nulle part observée, avec des types de notre flore houillère de l'hémisphère boréal. La flore à *Glossopteris* ne se distingue pas, en effet, seulement par la présence de formes végétales particulières, telles que *Glossopteris*, *Gangamopteris* ou *Vertebraria*, mais par l'absence des formes habituelles de notre flore houillère, et spécialement des Lycopodinées arborescentes, Lépidodendrées et Sigillariées, qui donnent à cette dernière un cachet si particulier, et qui sont représentées ici par le *Lepidophloios laricinus* et le *Lepidodendron Pedroanum*, sans parler des Sigillaires, dont la présence n'est pas prouvée, mais que M. Eug. Dähne mentionne dans les dépôts de Rio Grande do Sul et auxquelles appartiennent peut-être en réalité les grosses macrospores dont j'ai parlé.

J'ai laissé de côté jusqu'ici deux des trois espèces décrites par M. Carruthers, *Odontopteris Plantiana* et *Nœggerathia obovata*, aucun des échantillons de la mine de l'Arroyo dos Ratos ne paraissant susceptible de leur être rapporté, mais leurs affinités n'en sont pas moins intéressantes à examiner. L'*Odontopteris Plantiana* présente bien les caractères de nos *Odontopteris* permiens, en même temps qu'il rappelle les *Callipteris* par la décurrence de ses pennes le long du rachis ; il semble notamment, à ces deux points de vue, pouvoir être rapproché de l'*Odont. Fischeri* Brongniart, du Permien de Russie ; d'autre part il ne laisse pas d'offrir des analogies assez marquées avec le *Nevropteridium validum* Feistmantel, des couches de Karharbari. Quant au *Nœggerathia obovata*, s'il rappelle certaines Cordaïtées, il ressemble à ce point, par la forme de sa feuille et par le cours arqué de ses nervures, à l'*Euryphyllum Whittianum* Feist-

mantel, des couches de Karharbari, qu'on peut se demander s'il ne lui est pas spécifiquement identique ; tout au moins n'est-il pas douteux qu'il appartienne au même type générique. Nous retrouvons donc, avec ces deux plantes, des liens de parenté, d'une part avec la flore paléozoïque européenne, d'autre part avec la flore indienne de Karharbari, liens de parenté moins immédiats sans doute que ceux qui résultent de la présence d'espèces identiques, telles que *Lepidophloios laricinus* et *Gangamopteris cyclopteroides*, mais de nature cependant à être pris en sérieuse considération.

On voit, en somme, qu'on a affaire, dans les dépôts charbonneux de Rio Grande do Sul, à un mélange de formes, caractéristiques, les unes de notre flore houillère ou permienne de l'hémisphère boréal, les autres de la flore à *Glossopteris* telle qu'elle se montre notamment dans l'Inde, dans l'étage inférieur de Gondwana.

Il est d'autant plus intéressant de voir là ces deux flores simultanément représentées qu'à peu de distance à l'Ouest, à Bajo de Velis, dans la province de San Luis de la République Argentine, la flore à *Glossopteris* du niveau de Karharbari semble régner sans partage; M. le Dr Kurtz vient, en effet, d'y reconnaître (1) les espèces suivantes : *Nevropteridium validum* Feistm., *Gangamopteris cyclopteroides* Feistm., et *Nœggerathiopsis Hislopi* Feistm., accompagnées seulement d'une Equisétinée peu déterminable, d'un rameau de Conifère appartenant peut-être à un *Walchia*, et d'une feuille que l'auteur range dans le genre *Sphenozamites*, mais qui me semble devoir être rapportée plutôt aux *Nœggerathiopsis ;* j'ajoute que le genre *Euryphyllum* paraît également représenté, par une feuille qui ne diffère guère de celles de l'*Eur. Whittianum* que par ses moindres dimensions et que M. le Dr Kurtz a désignée sous le nom de *Nœggerathiopsis Hislopi*, var. *euryphylloides*. Quant aux Lycopodinées arborescentes, *Lepidodendron* et *Lepidophloios*, observées dans les dépôts charbonneux de Rio Grande do Sul, il n'en a été trouvé aucune trace.

Tous ces faits conduisent à conclure qu'à l'époque où ces dépôts se sont formés, la région méridionale du Brésil marquait l'extrémité commune, le point de contact des deux grandes provinces botaniques entre lesquelles se partageait alors la végétation de notre globe, et dont l'une comprenait l'hémisphère boréal ainsi, sans doute, qu'une partie de l'Afrique centrale, tandis que l'autre

(1) F. Kurtz, Contribuciones à la palæophytologia Argentina. II (*Rev. del Mus. de La Plata*, t. VI, p. 123-137, pl. I-IV).

s'étendait depuis le Sud de l'Afrique jusqu'à l'Amérique du Sud en englobant l'Inde et l'Australie.

En ce qui concerne l'âge de ces dépôts, la présence du *Gangamopteris cyclopteroides*, et l'affinité singulière, pour ne pas dire l'identité, du *Nœggerathia obovata* avec l'*Euryphyllum Whittianum* indiquent qu'ils sont contemporains de ceux de Bajo de Velis et de ceux de Karharbari, lesquels paraissent correspondre à leur tour, d'après l'ensemble des espèces qu'ils renferment, aux couches charbonneuses de la Mersey en Tasmanie, à celles de Newcastle dans la Nouvelle-Galles du Sud, aux grès de Bacchus-Marsh dans l'État de Victoria, et aux couches de Kimberley dans l'Afrique australe. D'un autre côté, les Lépidodendrées dont j'ai constaté l'existence ne semblent pas permettre de placer les couches de charbon de Rio Grande do Sul plus haut que le Permien inférieur, et en même temps les affinités de l'*Odontopteris Plantiana* avec certaines Fougères nettement permiennes tendent à les faire classer dans le Permien plutôt que dans le Houiller ; j'ajoute que la présence, dans les couches de Karharbari, d'une Conifère que Feistmantel a identifiée au *Voltzia heterophylla* de notre Grès bigarré, et qui en est au moins très voisine, fournit une indication dans le même sens. On est donc amené à rapporter au début de l'époque permienne, ou tout au plus à la fin de l'époque houillère, la formation des gîtes de charbon du Brésil méridional, et aussi par conséquent des couches de la République Argentine, de l'Inde, de l'Australie et de l'Afrique australe qui leur correspondent. Sans doute il se peut, comme l'a admis M. Waagen (1), que tous ces groupes de couches ne soient pas exactement compris entre les mêmes limites supérieure et inférieure, que, par exemple, les couches de Newcastle représentent une série plus étendue que celles de Karharbari, et que leur portion la plus élevée doive être assimilée déjà aux couches de Damuda ; mais dans tous les cas elles sont, au moins en grande partie, contemporaines les unes des autres, et la détermination d'âge à laquelle on est conduit par l'examen de la flore des couches charbonneuses de Rio Grande do Sul concorde d'une façon remarquable avec celles auxquelles sont arrivés les géologues de l'Inde et de l'Australie, qui regardent les divers groupes de couches dont je viens de parler comme appartenant au Permien inférieur, ou comme marquant le passage du Houiller supérieur au Permien. Leurs conclusions reçoivent ainsi une intéressante confirmation.

(1) W. Waagen, Salt-Range fossils, t. IV, pt. 2, Geological results, tabl. p. 238 (*Palæontologia Indica*, ser. XIII).

J'ai mentionné plus haut la présence, dans les dépôts charbonneux de São Paulo, de troncs silicifiés, *Psaronius* et bois de Cordaïtes notamment, semblables à ceux qu'on trouve dans nos dépôts stéphaniens et permiens. Il en existe également dans l'Etat de Rio Grande do Sul au voisinage des gîtes de charbon, et il est infiniment probable qu'ils viennent, au moins en partie, de ces gisements : M. Eug. Dähne en indique, il est vrai, dans les dépôts tertiaires de la vallée du Jacuhy (1), mais là encore une partie d'entre eux peut fort bien provenir du remaniement des formations sous-jacentes. On en rencontre en assez grande quantité dans le bassin du Jaguarão, et la collection de Son Altesse Madame la Comtesse d'Eu en renferme plusieurs échantillons, recueillis, les uns entre le Jaguarão et le Rio Negro, d'autres sur les versants de la vallée du Jaguarão; ce sont tous des bois de Gymnospermes, et quelques-uns au moins d'entre eux pourraient bien, comme ceux de São Paulo, appartenir à des Cordaïtées. L'un de ces échantillons, provenant de la vallée du Jaguarão, m'a paru constituer un type spécifique nouveau et mériter d'être décrit.

Ce tronçon de bois, dont la fig. 4 de la Pl. IX représente, en grandeur naturelle, la section transversale, mesurait, avant d'être scié, 6 centimètres de longueur : il est formé de lames de bois rayonnantes circonscrivant une moelle centrale de 37 à 38 millimètres de diamètre. L'écorce n'en est pas conservée, et l'épaisseur de bois comprise entre la moelle et la surface externe de l'échantillon varie même beaucoup d'un point à l'autre, soit qu'il ait été roulé et usé inégalement, soit que la silicification ne se soit pas faite uniformément. La moelle centrale offre une particularité : elle présente trois protubérances équidistantes autour desquelles les lames ligneuses s'infléchissent de manière à rester toujours, à leur origine, à peu près normales à la ligne de démarcation entre le bois et la moelle, pour reprendre ensuite assez rapidement une direction rayonnante. Ces trois protubérances se prolongent sans déviation sur toute la longueur de l'échantillon ; elles paraissent correspondre, comme on le verra plus loin, aux points de sortie des rameaux et probablement des feuilles, qui devaient naître seulement le long des trois génératrices situées en face d'elles.

Une autre particularité, qui frappe au premier coup d'œil, consiste dans la présence, au milieu de la moelle, d'éléments particuliers, disséminés sans ordre et en très grand nombre, visibles à la

(1) E. Dahne, Relatorio das exploraçoes geologicas, p. 20, 22.

loupe sur la fig. 4 de la Pl. IX, et que des coupes longitudinales font reconnaître pour des canaux sécréteurs.

La moelle n'est pas partout également conservée, mais malgré les lacunes qu'elle présente, par suite de la destruction d'une partie de ses éléments, on voit sur des coupes transversales telles que celle de la fig. 8 ci-contre, que les dimensions des cellules qui la constituent, très réduites au voisinage du bois, augmentent rapidement à mesure qu'on se rapproche du centre. D'autre part des coupes longitudinales, telles que celle représentée fig. 9, montrent qu'elle était continue, et, à part les lacunes accidentelles provenant de destructions locales, ne se divisait pas en diaphragmes comme celle des Cordaïtes ; au contact du bois, elle apparaît formée de cellules quatre à cinq fois plus hautes que larges, alignées en files verticales; mais peu à peu, ces cellules s'élargissent, puis perdent leur régularité, et elles finissent par devenir une fois et demie à deux fois plus larges que hautes. Au voisinage des canaux sécréteurs (fig. 10), elles s'alignent de nouveau en files longitudinales et redeviennent plus hautes que larges, formant ainsi une sorte de gaîne autour de chaque groupe de canaux. Ces canaux, représentés en coupe transversale sur la fig. 8 et en coupe longitudinale sur la fig. 10, sont réunis en nombre variable, de 2 jusqu'à 15 ou 20, formant des groupes tantôt arrondis, tantôt elliptiques, et parfois lunulés.

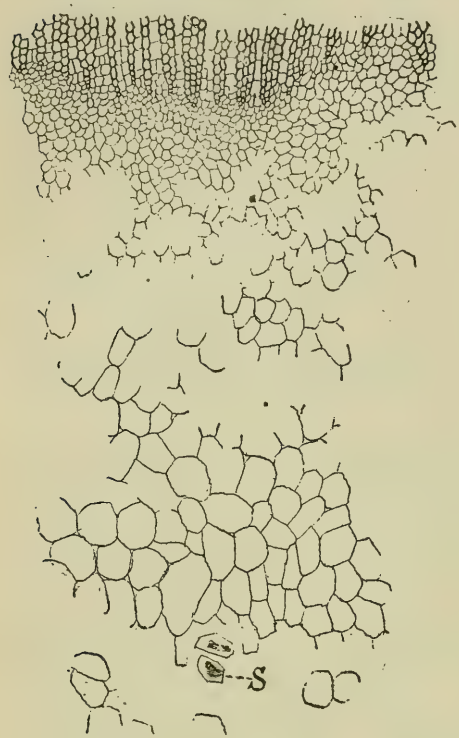


Fig 8. — *Dadoxylon Pedroi*, n. sp. Coupe transversale montrant dans la moelle un groupe de canaux sécréteurs S. Gross. 40 diam.

Quant au bois, examiné en coupe transversale, il se montre formé

de lames rayonnantes à développement exclusivement centrifuge,

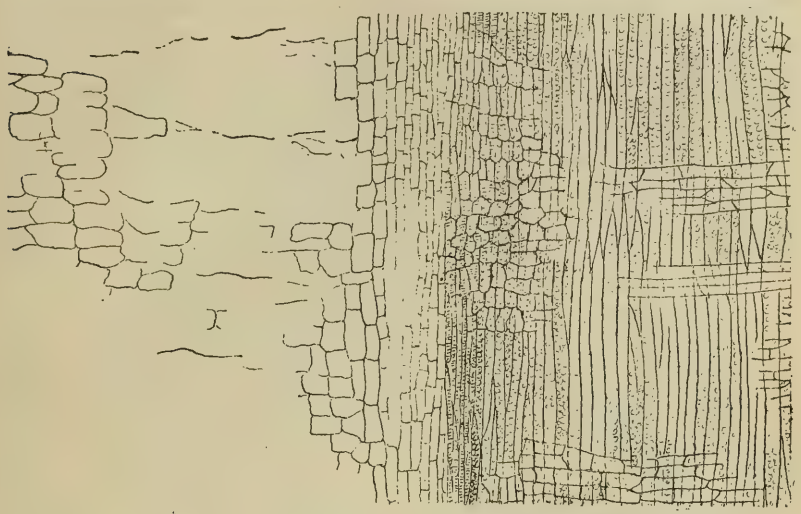


Fig. 9. — *Dadoxylon Pedroi.* n. sp. Coupe radiale. Gross. 40 diam.

séparées par des rayons médullaires d'abord très larges, mais qui ne tardent pas à se rétrécir et deviennent bientôt tout à fait simples ; çà et là toutefois, au lieu d'une seule cellule, ils comptent deux cellules en largeur, mais jamais davantage. Ces lames de bois, sans former par leur réunion de coins ligneux bien distincts les uns des autres, se groupent néanmoins en nombre variable, comme le montre la fig. 11, chaque groupe étant marqué par la saillie que forment vers le centre de la tige ses éléments médians, tandis qu'entre eux la moelle pénètre un peu plus avant et avec des éléments de plus grandes dimensions. Sur

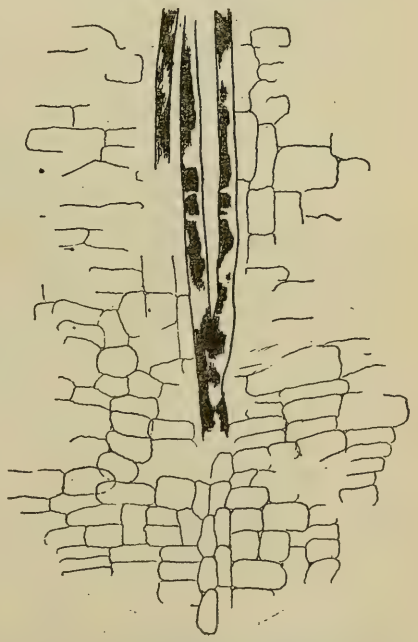


Fig. 10. — *Dadoxylon Pedroi.* n. sp. Coupe longitudinale passant par un groupe de canaux sécréteurs. Gr. 40 d.

certains points ils sont rendus plus visibles par la destruction partielle de la moelle qui, conservée seulement au voisinage immédiat

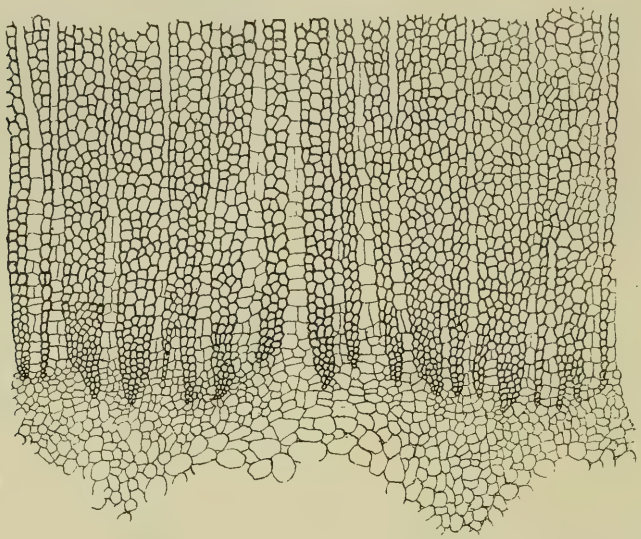


Fig. 11. — *Dadoxylon Pedroi.* n. sp. Coupe transversale. Gross. 40 diam.

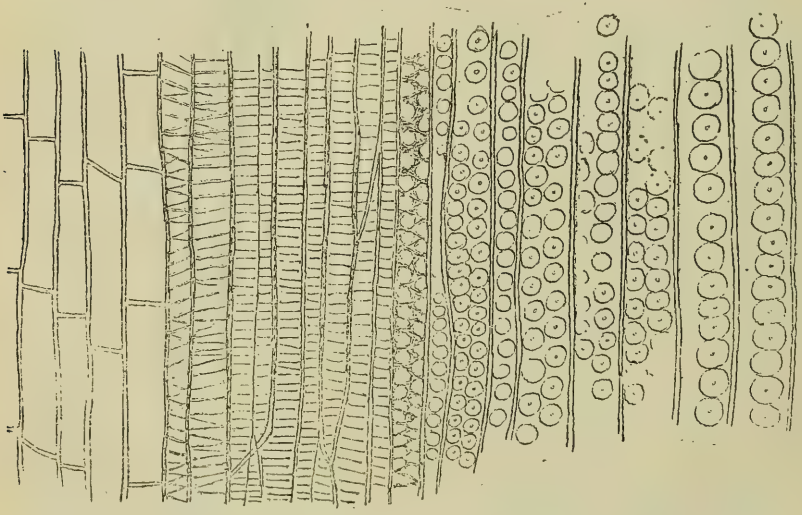


Fig. 12. — *Dadoxylon Pedroi.* n. sp. Coupe radiale. Gross. 200 diam.

du bois, forme des festons correspondant à ces groupes, ainsi qu'on le voit sur la fig. 11.

Ces lames de bois sont exclusivement constituées par des vaisseaux fermés, des trachéides, comme cela a lieu chez les Gymnospermes. Une coupe radiale, telle que celle de la fig. 9, ou de la fig. 12 plus fortement grossie, montre d'abord quelques éléments trachéens, spiralés ou annelés, puis des trachéides rayées, et ensuite des trachéides à ponctuations aréolées, le passage des unes aux autres paraissant se faire par l'écartement des raies de leurs parois. La constitution de ce bois est par conséquent identique à celle du bois de Cordaïtes; toutefois les aréoles sont, en général, moins nombreuses et moins serrées, et leur pore central affecte une forme

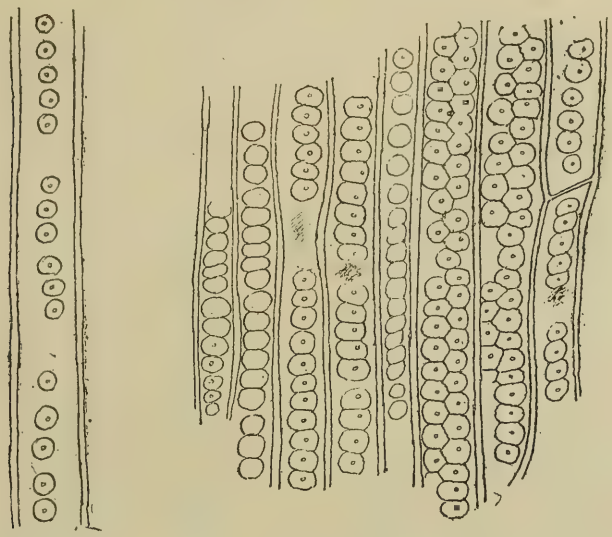


Fig. 13. Fig. 14.

Dadoxylon Pedroi. n. sp. Trachéides à ponctuations aréolées (coupes radiales). Gross. 200 diam.

exactement circulaire et non elliptique. On observe, du reste, des variations notables en ce qui regarde l'écartement relatif de ces aréoles, comme le montre la comparaison des fig. 12, 13 et 14 ; les ponctuations sont tantôt unisériées, tantôt bisériées, mais je n'en ai jamais vu plus de deux séries ; quelquefois, mais rarement, elles s'espacent comme sur la figure 13, plus habituellement elles sont contiguës, se touchant soit par un seul point, soit suivant une ligne plus ou moins étendue, et devenant alors, quand elles sont bisériées, nettement polygonales sur une partie de leur contour (fig. 14) ; leur pore est parfois nettement excentré.

Les rayons médullaires qui courent entre les lames de bois sont, comme je l'ai dit, généralement simples, sauf à leur point de départ ; là ils sont formés d'un grand nombre de cellules polygonales, comme on le voit sur la figure 15, qui représente une portion de coupe tangentielle faite au voisinage immédiat de la moelle, à l'origine des lames ligneuses, dans la portion où elles ne présentent que des trachéides rayées. Plus loin, les rayons se régularisent et deviennent tout-à-fait simples, ainsi que le montre la coupe tangentielle de la fig. 16, faite à quelque distance de la moelle ; çà et là seulement une des cellules se dédouble parfois par une cloison

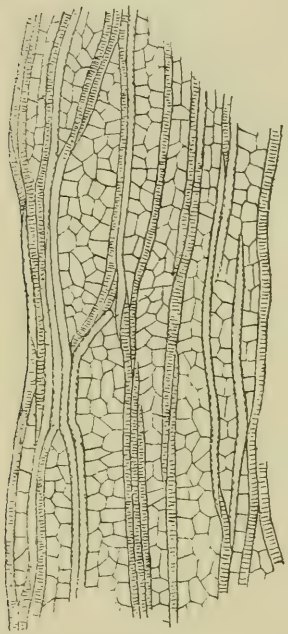


Fig. 15. — Coupe tangentielle à l'origine des lames ligneuses. Gross. 40 diam.

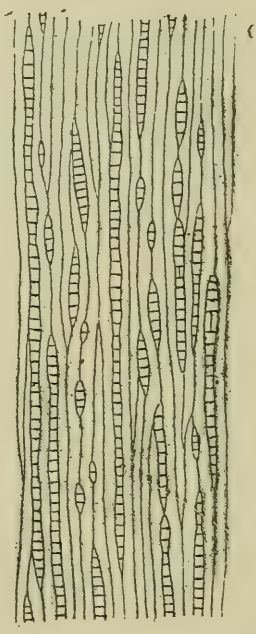


Fig. 16. — Coupe tangentielle dans le bois. Gross. 40 diam.

longitudinale, mais il n'y a pas de rayons vraiment composés. Ces rayons sont remarquables par leur grande hauteur : plusieurs d'entre eux comptent en effet jusqu'à 50 cellules superposées, et quelques-uns même un peu plus encore. Ces cellules sont allongées dans le sens du rayon, à peu près aussi larges que hautes, et en général cinq à six fois plus longues que larges. Elles présentent de

petits pores obliques à leur contact avec les trachéides (fig. 17), mais ces pores ne sont que très rarement visibles. Dans certaines régions, ces rayons médullaires se montrent plus ou moins altérés et décomposés, les cloisons séparatives de leurs cellules sont en

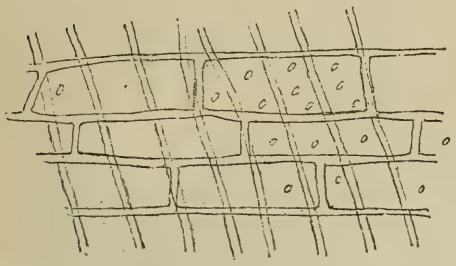


Fig. 17. — *Dadoxylon Pedroi*, n. sp. Coupe radiale suivant un rayon médullaire. Gross. 200 diam.

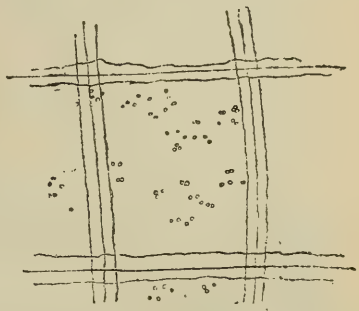


Fig. 18. — Bactéries dans les cellules d'un rayon médullaire de *Dadoxylon Pedroi*. Gross. 630 diam.

partie détruites, et dans quelques-unes de celles-ci on distingue, à de forts grossissements (fig. 18), de fines granulations brunes, formées de petits corpuscules de 0 μ,7 à 0 μ,8 de diamètre, isolés ou groupés par deux ou par trois, qui sont vraisemblablement des Bactéries, très analogues pour le moins à celles que M. B. Renault a décrites sous le nom de *Micrococcus hymenophagus* var. A (1).

Ainsi constitué, ce fragment de tige ressemble, par sa large moelle, aux tiges de Cycadées comme de Cordaïtées, mais il diffère des tiges ou rameaux de Cordaïtes par la continuité de sa moelle, et se rapproche des Cycadées par la présence, dans cette moelle, de nombreux canaux sécréteurs. On pouvait donc se demander si l'on n'avait pas affaire là à une Cycadinée véritable, Cycadée vraie ou Bennettitée ; mais, dans ce cas, à défaut d'une écorce portant encore les bases des feuilles, on devrait voir sur la surface externe du bois le passage des faisceaux qui se rendaient aux feuilles, et c'est ce qui n'a pas lieu. Les fibres ligneuses ne montrent, en effet, de déviation sur aucun point de la surface de l'échantillon, si ce n'est en face d'un seul des angles de la moelle, en A de la fig. 4, Pl. IX, où elles semblent s'écarter légèrement pour laisser passer un faisceau ou un rameau sortant; malheureusement en ce point la conservation laisse gravement à désirer, les tissus

(1) B. Renault, Sur quelques Bactéries des temps primaires (*Bull. Soc. hist. nat. d'Autun*, t. VII, p. 456).

sont détruits, et remplacés par de la silice n'offrant aucune trace de structure, comme s'il y avait eu simplement remplissage d'un vide préexistant. Une coupe tangentielle d'une certaine étendue a été, en outre, faite dans le bois sur un autre point, à peu de distance de la moelle, dans le but de recouper les faisceaux qui auraient pu se rendre aux feuilles et qui, si celles-ci avaient été rapidement caduques, ne se seraient pas poursuivis à travers toute l'épaisseur du bois, mais cette coupe n'a rencontré non plus aucun faisceau.

J'ai été plus heureux avec une coupe radiale passant dans la protubérance de la moelle voisine de l'angle A, un peu en dehors

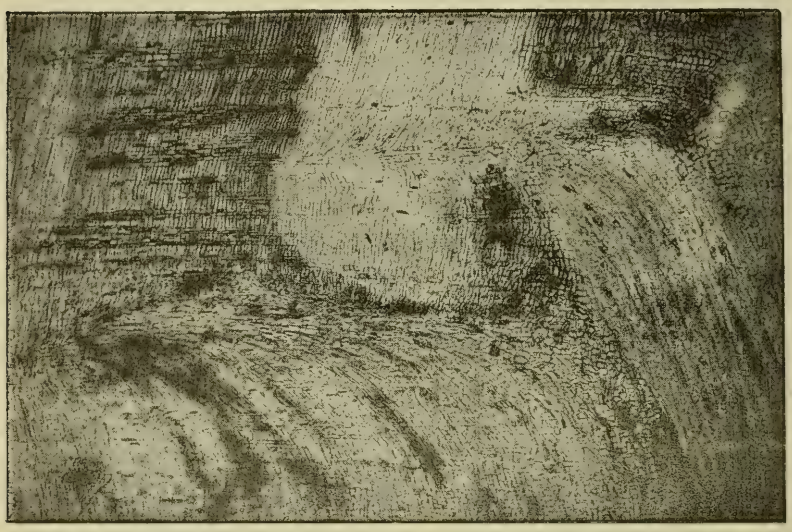


Fig. 19. — *Dadoxylon Pedroi.* n. sp. Coupe radiale passant par une des protubérances de la moelle. Gross. 15,3 diam.

de la région mal conservée dont j'ai parlé. Cette coupe, reproduite en photogravure sur la fig. 19 ci-dessus, a passé d'abord tangentiellement à la moelle sur un des bords de la protubérance formée par celle-ci, comme on le constate à l'extrémité droite de la figure ; elle a ensuite traversé le bois en direction radiale, et l'on y voit deux lames ligneuses se déviant vers la gauche pour envoyer des éléments à une pièce sortante : le groupe le plus élevé n'a été rencontré par le plan de coupe que sur une faible étendue, mais le groupe inférieur se suit beaucoup plus loin et l'on remarque qu'un très grand nombre d'éléments du bois, en direction radiale, s'infléchissent pour se diriger vers l'extérieur. Il ne s'agit donc pas là

simplement de faisceaux foliaires, mais apparemment d'un rameau, à la constitution duquel prenaient part plusieurs lames ligneuses ; la région centrale de ce rameau s'est sans doute ultérieurement détruite et a laissé un vide, comblé plus tard par de la silice. La destruction des tissus s'est étendue même à l'intérieur de la moelle centrale, où il reste, ainsi qu'on le voit sur la fig. 4, Pl. IX, en face de la lettre A, un vide en forme de boutonnière allongée dans le sens du rayon et tapissé de petits cristaux de quartz. L'absence, sur le reste de l'échantillon, de toute trace de faisceau sortant, me donne lieu de penser que les feuilles, comme les rameaux, naissaient seulement le long des trois génératrices correspondant aux protubérances de la moelle.

L'attribution aux Cycadinées se trouvant ainsi écartée, on est forcément ramené vers des types végétaux plus anciens, et l'on est en droit de conclure qu'il s'agit bien là d'un échantillon d'origine paléozoïque, qui doit provenir des dépôts houillers du bassin du Jaguarão ; la ressemblance du bois avec celui des Cordaïtes paraît indiquer, malgré les différences reconnues dans la moelle, qu'on a affaire à une plante plus ou moins affine aux Cordaïtées, telle peut-être que *Nœggerathiopsis* ou *Euryphyllum*, mais on ne peut malheureusement faire à cet égard que de simples conjectures.

Par ses trachéides à ponctuations bisériées, ce bois fossile rentre dans le type *Araucarioxylon* de Kraus ; mais j'estime avec M. F.-H. Knowlton (1), qu'il est préférable de restreindre l'application de ce terme aux bois relativement récents, c'est à-dire secondaires ou tertiaires, qui peuvent avoir réellement appartenu à des Araucariées, et de conserver pour les bois des terrains paléozoïques le nom générique de *Dadoxylon*, proposé par Endlicher, du moins lorsque, comme c'est le cas pour l'échantillon que je viens de décrire, on n'a pas affaire à un bois de Cordaïte, reconnu pour tel à sa moelle cloisonnée. Cet échantillon constituant un type spécifique nouveau, essentiellement caractérisé par sa large moelle munie de trois protubérances longitudinales et parcourue par de nombreux canaux sécréteurs, je le désignerai sous le nom de *Dadoxylon Pedroi*, en mémoire de feu Sa Majesté l'Empereur du Brésil Don Pedro II, qui a toujours témoigné un si vif intérêt pour la science et en particulier pour les recherches botaniques et géologiques.

(1) F.-H. Knowlton, A revision of the genus *Araucarioxylon* of Kraus, with compiled descriptions and partial synonymy of the species (*Proc. U. S. Nat. Mus.*, t. XII, p. 601-617).

En résumé, les observations faites sur la flore des gisements charbonneux de Rio Grande do Sul conduisent aux résultats suivants :

1° Ces gisements appartiennent à une seule et même époque, qui correspond au début de l'époque permienne, ou, tout au plus, à la fin de l'époque houillère.

2° Ils présentent une remarquable association, non encore observée ailleurs, entre des espèces de notre flore houillère ou permienne de l'hémisphère boréal et des espèces de la flore à *Glossopteris*, telles, notamment, que *Gangamopteris cyclopteroides*, et l'on doit les considérer comme marquant l'extrémité commune des deux grandes provinces botaniques correspondant à ces deux flores.

3° Cette association permet en même temps de paralléliser, par leur intermédiaire, avec nos dépôts de la fin du Houiller et du commencement du Permien, et de préférence avec ces derniers, tout ou partie des couches à *Gangamopteris* de l'Australie, de la Tasmanie, de l'Inde, de l'Afrique australe et de la République Argentine, à savoir : en Australie, tout au moins la portion inférieure des couches de Newcastle de la Nouvelle-Galles du Sud, et les grès de Bacchus-Marsh de Victoria; en Tasmanie, les couches du bassin de la Mersey; dans l'Inde, les couches de Karharbari ; au Sud de l'Afrique, celles de Kimberley; et celles de Bajo de Velis, dans la République Argentine. Les conclusions auxquelles on a été conduit de part et d'autre se confirment ainsi mutuellement.

4° Enfin, la présence, dans les formations charbonneuses du Brésil méridional, de bois silicifiés, dont l'un, *Dadoxylon Pedroi*, vient constituer un type spécifique nouveau, fournit, entre ces formations et nos dépôts stéphaniens et permiens de l'hémisphère boréal, un rapprochement de plus, intéressant à noter.

EXPLICATION DES PLANCHES VIII, IX ET X.

Planche VIII.

Fig. 1 et 2.— *Lepidodendron Pedroanum*. Carruthers (sp.). — Empreintes de fragments de tiges ou de rameaux. Collections de l'Ecole supérieure des Mines.

Fig. 1 A et 2 A.— Portions des mêmes échantillons, grossies un peu plus de deux fois (2,125/1).

Fig. 3. — *Lepidodendron Pedroanum*. Carruthers (sp.) — Empreinte d'un fragment de tige ou de rameau. Collection de S. A. Madame la Comtesse d'Eu.

Fig. 4. — *Lepidodendron Pedroanum*. Carruthers (sp.). — Fragment de tige ou de rameau dépouillé des couches les plus externes de son écorce. Collections du Musée d'histoire naturelle de Berlin.

Fig. 5 et 6. — Feuilles détachées d'une Lépidodendrée ou d'une Sigillariée. Collections de l'Ecole supérieure des Mines.

Fig. 5 A. — Portion de l'échantillon fig. 5, grossie trois fois.

Fig. 6 A. — Portion de feuille de l'échantillon fig. 6, grossie cinq fois et demie.

(Tous ces échantillons viennent de la mine de l'Arroyo dos Ratos, près São Jeronymo).

Planche IX.

Fig. 1. — *Lepidophloios laricinus*. Sternberg. — Empreinte d'un fragment d'écorce. Mine de l'Arroyo dos Ratos. Collections de l'Ecole supérieure des Mines.

Fig. 1 A. — Portion de l'échantillon fig. 1, grossie environ deux fois (1,95/1) (1).

Fig. 2 et 3. — *Lepidophloios laricinus*. Sternberg. — Portions d'une même plaque de charbon portant l'empreinte d'un grand lambeau d'écorce. Mine de l'Arroyo dos Ratos. Collection de S. A. Madame la Comtesse d'Eu.

Fig. 2 A. — Portion de l'échantillon fig. 2, grossie deux fois et quart.

Fig. 4. — *Dadoxylon Pedroi*. n. sp. — Coupe transversale d'un fragment de tige ou de rameau silicifié. Versants de la vallée du Jaguarão. Collection de S. A. Madame la Comtesse d'Eu; collections de l'Ecole supérieure des Mines.

N. B. — Les figures 1 à 3 sont orientées en sens inverse de la position naturelle, la nécessité d'un éclairement convenable pour la photographie ayant exigé le retournement des échantillons

Planche X.

Fig. 1 et 2. — *Gangamopteris cyclopteroides*, var. *attenuata*. Feistmantel. — Frondes presque complètes (Reproduction d'un dessin de M. E. Ohmann). Collections du Musée d'histoire naturelle de Berlin.

Fig. 3. — *Gangamopteris cyclopteroides*, var. *attenuata*. Feistmantel. — Fragments de frondes. Collections du Musée d'histoire naturelle de Berlin.

(Echantillons rapportés par M. Alf. Hettner de la mine de l'Arroyo dos Ratos).

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE
DE FRANCE

RÉUNION EXTRAORDINAIRE

DANS LES

BASSES-ALPES

du Mardi 17 Septembre au Jeudi 26 Septembre 1895

Les membres de la Société qui ont pris part à la réunion sont :

MM. d'Agnel,
Berthelin,
Bertrand (Marcel),
Bertrand (Léon),
L. de Chaignon,
L. Collot,
A. Curet,
Ch. Depéret,
Deydier,
Ficheur,
Guebhardt,
Em. Haug,
Henry,
Jourdy,
W. Kilian,
Langlassé,
Fr. Leenhardt,
P. Lory,
E. de Margerie,
V. Paquier,
Ed. Pellat,
F. Reymond,
E. Renevier,
A. Riche,
Roman,
P. de Rouville,
G. Sayn,
Segond,
A. Thiéry,
Vidal de la Blache,
De Watteville,
Zujovič,
Zürcher.

Un certain nombre de personnes étrangères à la Société ont suivi une ou plusieurs excursions. Ce sont :

MM. Blanc,
Boussier,
De Catalogne,
Douxami,
Guérin,
Girard,
d'Hugues,
Laborde,
Latil (l'abbé),
Reynaud,
G. Tardieu.

LISTE DES PUBLICATIONS

RELATIVES A LA MONTAGNE DE LURE

1684. Darluc. — Histoire de la Provence.

1779. Guettard. — Mémoires sur la minéralogie du Dauphiné. Paris, in-4°, 2 vol. (*passim*).

1797. Tableau des Mines et Usines de la France. Département des Basses-Alpes (*Journal des Mines*, n° 32. Floréal an V).

1829. Elie de Beaumont. — Recherches sur quelques-unes des révolutions de la surface du globe (*Ann. sc. nat.*, 1829-1830) (*passim*).

1833. Elie de Beaumont. — Extrait d'une série de recherches faites sur quelques-unes des révolutions de la surface du globe (*passim*).

1834. Ladoucette. — Histoire, topographie, antiquités, usages, dialectes des Hautes-Alpes, 2e édit. Paris.

? Chanlaire et Peuchet. — Description topographique et statistique du Département de la Drôme. 1 vol. in-4°.

1835. Delacroix. — Statistique du Département de la Drôme. 1 vol. in-4°, Borel à Valence, Firmin-Didot, à Paris.

1835. Scipion Gras. — Statistique minéralogique du département de la Drôme ou description géologique des terrains qui constituent ce département, etc., avec une carte. Grenoble.

1838. Dubois. — Nouvelle topographie descriptive du département de la Drôme. Valence.

1838. Dufrénoy et Elie de Beaumont. — Mémoires pour servir à une description géologique de la France. Paris, Levrault, 1830-1838 (*passim*).

1841. Duval-Jouve. — Bélemnites des terrains crétacés inférieurs des environs de Castellane (Basses-Alpes), avec la description de ces terrains. In-4°, Paris. (Cite Saint-Etienne-les-Orgues).

1840. Scipion Gras. — Statistique minéralogique du département des Basses-Alpes ou description géologique des terrains qui constituent ce département. Avec une carte et des coupes. Grenoble.

1840. Dufrénoy et Elie de Beaumont. — Carte géologique de la France au 1/500 millième.

1848. Dufrénoy et Elie de Beaumont. — Explication de la carte géologique de la France, t. I, II, III (1re partie). Paris, 1848-1873 (*passim*).

1848-1851. D'Archiac. — Histoire des progrès de la géologie, in-8°. Paris (*passim*).

1854. Rozet. — Note sur les dislocations des terrains supercrétacés des Alpes et des Apennins (*B. S. G. F.*, 2e Sér., t. XI, p. 282) (*passim*).

1855. Rozet. — Mémoire géologique sur les Alpes françaises (*B. S. G. F.*, 2e Sér., t. XII, p. 204).

1856. H. de Villeneuve-Flayosc. — Description minéralogique et géologique du Var et des autres parties de la Provence, avec application de la géologie à l'agriculture, au gisement des sources et des cours d'eau, avec carte.

1858. Lory. — Carte géologique du Dauphiné au 250 millième. Grenoble (voir l'ouvrage suivant).

1860. Lory-64. — Description géologique du Dauphiné (Isère, Drôme, Hautes-Alpes) pour servir à l'explication de la carte géologique de cette province. Paris, Grenoble publiée en trois parties dans les tomes V, VI et VII du *Bull. de la Soc. de Stat. de l'Isère*, et tirés à part. In-8°, 748 p., 5 Pl. de coupes et une Carte, imp. Maisonville, à Grenoble. Paris, Savy (*passim*).

1861 Scipion Gras. — Carte géologique du département de Vaucluse. Paris, Savy.

1861. Féraud (l'abbé). — Histoire, géographie et statistique du département des Basses-Alpes.

1862. Scipion Gras. — Description géologique du département de Vaucluse, suivie d'une notice sur ses mines et ses carrières, 2 pl. Paris, Avignon.

1866. Ch. Martins. — La Crau (*Messager du Midi*, 6 fév.).

1866. Ch. Martins. — Du Spitzberg au Sahara, in-8°. Paris, J.-B. Baillière, et *Rev. des Deux-Mondes* (*passim*).

1869-1870. Dieulafait. — Etude sur la zone à *Avicula contorta* et l'Infralias dans le Sud-Est de la France (*Ann. des sc. géol.*, t. I).

1870-1872. Surell et Sezanne. — Etude sur les torrents des Hautes-Alpes, 2e éd., 2 vol. Paris, Dunod (*passim*).

1870. Desor. — Note sur les terrains de transport de la vallée de la Durance (*B. S. G. F.*, 2e Sér., t. XXVII, p. 25).

1872. Réunion de la Société Géologique de France à Digne (Basses-Alpes) du 8 au 18 septembre 1872 (*B. S. G. F.*, 2e Sér., t. XXIX, p. 597 (*passim*).

1877. Ch. d'Ille. — Géologie de la Commune de Volx (Basses-Alpes). Aix, Renaudet-Aubin., in-12, 15 p.

1877. Courtet. — Dictionnaire géographique, géologique, historique, archéologique et biographique des communes du département de Vaucluse. Avignon, Seguin aîné.

1878. G. Tardieu. — Exploration de la grotte dite « Trou de l'Argent » (*Soc. Fr. d'Archéologie*). Tours.

1879. R. Tournouër. — La Mollasse miocène de Forcalquier (Basses-Alpes). Etude paléontologique (*B. S. G. F.*, 3e Sér., t. VII).

1881. Ch. Lory. — Notice sur ses travaux scientifiques. Paris, Cotillon (*passim*).

1883. Ed.-F. Honnorat. — Note sur le *Pentacrinus tuberculatus* du Sinémurien des Basses-Alpes. Digne, in-8°, 70 p., 1 pl.

1883. F. Leenhardt. — Etude géologique sur le Mont Ventoux, in-4°, 273 p., 1 carte. Montpellier-Paris (*passim*).

1883. G. Goret. — Esquisse géologique du département des Basses-Alpes (*Bull. Soc. sc. et litt. de Digne*, 4e année, n° 9, p. 395).

1884. Ad. Joanne. — Géographie du département des Basses-Alpes. Paris, Hachette.

1884. Ad. Joanne. — Géographie du département de la Drôme. Paris, Hachette.

1884. Ad. Joanne. — Géographie du département de Vaucluse. Paris, Hachette.

1884. Emm. Fallot. — Etude géologique sur les étages moyens et supérieurs du terrain crétacé dans le Sud-Est de la France (*Ann. des sc. géol.*, t. XVIII, art. n° 1). Paris, Masson (*passim*).

1880. Collot. — Description géologique des environs d'Aix-en-Provence (Thèse). Montpellier (*passim*).

1884. Guides Joanne. — Itinéraire général de la France, par Joanne. Provence, Paris.

1886. Carez et Vasseur. — Carte géologique de la France dressée sur la carte du Dépôt des fortifications. Paris, Comptoir géologique. Echelle 1/500.000e, f. XII, S.-O. (Marseille), et XII, N.-O (Valence).

1886. Al. Marrot et V. Lieutaud. — Les Origines de la Fontaine de Vaucluse. Marseille, v. Boy. 1886.

1886. Fontannes. — Découverte de fossiles dans le bassin de Digne (*Ann. Soc. d'agr., histoire et arts utiles de Lyon*, 5e Sér., t. IX, p. CVII).

1886. W. Kilian. — Note préliminaire sur la structure géologique de la Montagne de Lure (Basses-Alpes) (*C. R. Ac. des Sc.*, 15 juin).

1886-1888. W. Kilian. — Notes diverses dans lesquelles il est question de la région de Lure (in *Neues Jahrbuch*, 1886, t. II, p. 375, et 1887, t. I, p. 101, 1888, t. I, p. 265).

1887. W. Kilian. — Note géologique sur la chaîne de Lure (Basses-Alpes) (*Feuille des Jeunes Naturalistes*, février).

1887. De Sarran d'Allard. — Quelques mots sur les étages du Jurassique et du Crétacé dans le Gard et les Basses-Alpes (Montagne de Lure) (*Bull. Soc. d'étude des Sc. nat. de Nîmes*, 15e année).

1887. W. Kilian. — Sur l'*Am.* (*Schlœnbachia*) *inflatiformis* Szajnocha, du grès vert d'Ongles (Basses-Alpes) (*Compte-rendu des séances de la Société géologique de France*, n° 10 [2 avril 1887], et *B. S. G. F.*, 3e Sér., t. XV, p. 464).

1887. Deecke. — Die Foraminiferenfauna in Aptien von Carniol (Basses-Alpes) (*Mitth. des naturw. Vereins fur Neuvorpommern und Rügen*, 19e année, p. 5).

1887. C. Tardieu. — Une ascension sur Lure en automne. Forcalquier, Bruneau, 18 pages.

1887. G. Tardieu. — Les rochers de Dromon (Basses-Alpes). Sisteron, Turin, 14 p.

1888. W. Kilian. — Note sur la constitution géologique des environs de Sisteron (Basses-Alpes). *C. R. Ac. des Sc.*, 30 juillet.

1888. Kilian et Leenhardt. — Sur le Crétacé du Sud-Est (*B. S. G. F.*, 3e Sér., t. XVI, p. 54).

1888. Suess. — Das Antlitz der Erde, t. II, p. 141 et 179 (*passim*).

1888. Carte géologique au millionième, publiée par le Service de la carte géologique détaillée de France (Ministère des Travaux Publics). (Région de Lure, d'après les minutes de W. Kilian).

1888. Cotteau. Echinides nouveaux ou peu connus. 7e article (2e série, VII, *Mém. Soc. Zool. de Fr.*, 1888, p. 11, Pl. XIII, fig. 14-16. — *Cidaris Kiliani* Cotteau, des Marnes aptiennes de Carniol).

1888. W. Kilian. — Sur quelques fossiles nouveaux ou peu connus du Crétacé inférieur de Provence. In-8°, 6 Pl. (*B. S. G. F.*, 3e Sér., t. XVI, p. 663). (Description d'espèces du Néocomien de Lure).

1889. Panneau de la Provence (Explication du). — Dans la notice publiée par le *Service de la Carte géologique détaillée de la France* pour l'Exposition universelle de 1889. Paris, Imp. Nat., in-8°, par *MM. Bertrand*, avec la collaboration de *MM. Potier, Kilian, Haug, Leenhardt, Zürcher, Depèret, Carez, Fontannes*, p. 92-134.

1888-1889. W. Kilian. — Etudes géologiques dans les Alpes occidentales; description géologique de la Montagne de Lure (Thèse pour le doctorat). Paris, Masson, 1888, 1 vol., 458 p., 3 cartes, 6 pl. et fig. dans le texte (*Ann. des sc. géol.*, t. XIX et XX, et Bibliothèque des Hautes-Etudes).

1889. Em. Haug. — Sur la Géologie des Chaînes subalpines comprises entre Gap et Digne. (*C. R. Ac. des Sc.*, 18 mars 1889) (*passim*).

1890. W. Kilian et Fr. Leenhardt. — Sur les sables de la vallée d'Apt (Vaucluse) (*Bull. Serv. Carte géol. de France*, septembre 1890).

1890. Vte A. de Selle. — La Montagne de Lure, ses avens, fontaine de Vaucluse. Forcalquier, A. Crest, imprimeur de l'Athénée de Forcalquier, in-8°, 15 p.

1890. Vte A. de Selle. — Forcalquier avant le déluge (id.), in-8°, 13 p.

1891. Diener. — Der Gebirgsbau der Westalpen. In-8°, 2 Cartes, t. V, 243 p., Vienne, Tempsky.

1891. Kilian et Sayn. — Contributions à l'Etude des Céphalopodes crétacés du S.-E. de la France, Sur quelques Ammonitides appartenant au Muséum de Lyon. (*Arch. Mus. d'hist. nat. de Lyon*, t. V. (Description d'un Lytoceras du Barrémien de Morteiron).

1891. H. Wermbter. — Der Gebirgsbau der Montagne de Lure (Neues Jahrb. für Min., etc., 1891, t. I, 2, p. 212).

1891. E. Haug. — Les Chaînes subalpines entre Gap et Digne. Contribution à l'histoire géologique des Alpes françaises (thèse pour le doctorat) (*Bull. des Serv. de la Carte géol. de France et des Topog. souterr.*, t. III, n° 21) (*passim*).

1892. W. Kilian. — Sur les assises supérieures du Jurassique et des couches inférieures du terrain crétacé dans la région delphino-provençale (*Bull. Soc. de stat. de l'Isère*, 1892. *Trav. lab. géol. Fac. des Sc. de Grenoble*, t. I).

1892. W. Kilian. — Sur une manière de représenter la structure géologique des régions montagneuses. Deux coupes naturelles prises dans les Alpes françaises, 12 p., 2 pl. (*Ann. enseign. sup. de Grenoble*, t. IV, n° 2, 1892). (Contient une description des environs de Saint-Geniez).

1893. Sarasin. — Étude sur les *Oppelia* du groupe du *Nisus* et les *Sonneratia* du groupe du *bicurvatus* et du *raresulcatus*. (*B. S. G. F.*, 3e Sér., t. XXI, p. 149). Descr. d'espèces de l'Aptien de Carniol.

1893. Martel et Gaupillat. — Rapport sur l'exploration des *Avens* de la région de Vaucluse. A M. le Ministre de l'Instruction publique (Autographié, Paris, chez les auteurs, 1893).

1893. Dyrion — Mécanisme de la fontaine de Vaucluse. Avignon, imp. Millo (*passim*).

1884. W. Kilian. — Compte-rendu de la campagne 1893 (Feuille-le-Buis). (Bull. serv. Carte Géol. de Fr. et topogr. souterr. N° 38, p. 121).

1894. W. Kilian. — Note sur les alluvions fluvio-glaciaires des environs de Sisteron et sur le pli-faille de Lure (Comptes-rendus des collaborateurs du service de la Carte géologique de France, campagne 1893. Feuille Le Buis. *Bull. des Serv. Carte géol. de Fr. et Topog. souterr.*, 1894).

1895. E. Haug. — De la coexistence, dans le bassin de la Durance, de deux systèmes de plis conjugués, d'âge différent (*C. R. Ac. des Sc.*, 13 juin 1895).

1895. W. Kilian. — Sur le Miocène de Champtercier (*C. R. Séances S. G. F.*, 6 mai 1895).

1895. David Martin. — Formations caillouteuses de la vallée de la Durance. Note préliminaire. Gap, Jouglard, 1895.

1494 (1895). David Martin. — Comparaison des terrains fluvio-lacustres de la région de Lyon avec les formations similaires de la vallée de la Durance (*B. S. G. F.*, 3e Sér., t. XXII, p. 667). 1894 (1895).

1895. W. Kilian et A. Penck. — Dépôts fluvio-glaciaires de la Durance (*C. R. Ac. des Sc.*, 17 juin 1895).

1895. L. Duparc et W. Kilian. — Note sur la collection de roches recueillies par M. G. Tardieu dans les Alluvions actuelles de la Durance, avec des Notes de M. P. Termier (*B. S. G. F.*, 3e Sér., t. XXIII, p. 249).

1895. Article *Lure* du dictionnaire géographique de Joanne. Paris, Hachette.

1895. W. Kilian et Ph. Zürcher. — Notice sur les régions de Lure et de Castellane, in-8°, 60 pages et 15 planches. Grenoble, Allier. (*Annales de l'Université de Grenoble, Bulletin de la Soc. de statistique de l'Isère*, 1895, et *Trav. du Labor. de la Fac. des Sc. de Grenoble*, t. III, fasc. 2).

1896. W. Kilian. — Sur les plis de Malmemoisson (*C. R. Séances Soc. Géol. de Fr.*, 18 mai 1896).

1896. W. Kilian. — Sur quelques Céphalopodes nouveaux ou peu connus de la période secondaire. III (*Ann. Université de Grenoble*, t. VIII, N° 1, 1896). (Description d'un *Macroscaphites* aptien de Carniol).

Voir aussi les 2e et 3e éd. du *Traité de Géologie* de M. de Lapparent (*passim*) et la *Terre avant l'apparition de l'homme*, de M. F. Priem (Paris, Baillière, 1893) (*passim*). — Voir aussi divers passages de l'*Annuaire Géologique Universel* (articles sur le Crétacé) 1888-1894.

Cartes à consulter :

Cartes topographiques. — Feuilles Le Buis, Digne, Forcalquier et Castellane, de la carte d'État-Major au 1/80.000e. — Feuille Avignon de la carte au 1/320.000e.

Cartes géologiques. — Feuilles *Forcalquier*, par MM. Depéret, Leenhardt et Kilian, et *Castellane*, par M. Ph. Zürcher, de la carte géologique détaillée de la France au 1/80.000e (Ministère des Travaux publics).

Cartes géologiques du massif de Lure, par *M. W. Kilian* (in description géologique de la Montagne de Lure. Paris, Masson, 1889).

Carte géologique des chaînes subalpines entre Gap et Digne, par *M. E. Haug* (*Bull. des Serv. Carte géol. de Fr.* et *Topogr. souterr.*, 1891).

Feuille *du Buis*, de la carte géologique détaillée (Ministère des Travaux publics), par F. Leenhardt, W. Kilian, V. Paquier et David-Martin. (Parue en 1896).

Séance du Mardi 17 Septembre 1895, à Sisteron.

PRÉSIDENCE DE M. DE MARGERIE, PUIS DE M. KILIAN.

Après avoir visité, par petits groupes, certains points des environs de Sisteron, notamment la haute terrasse pléistocène de Soleillet, avec ses intercalations morainiques (moraines externes) et les affleurements tithoniques et berriasiens du vallon des Combes, dont les curieux bancs bréchiformes ont été l'objet d'une attention spéciale, les Membres de la Société se sont réunis à 8 h. et demie du soir, dans la salle du Tribunal.

M. **de Margerie**, Vice-Président de la Société géologique, prend place au fauteuil présidentiel et déclare ouverte la session extraordinaire. Il rappelle que la Société se réunit cette année, pour visiter d'une part la Montagne de Lure, connue par les travaux de M. Kilian, et de l'autre, la région de Castellane, étudiée par M. Zürcher. Le levé de la carte géologique détaillée de ces contrées, dû à nos deux confrères, est actuellement achevé et les feuilles Le Buis et Castellane, sur lesquelles elles figurent, sont en cours de publication (1).

La Société géologique vient pour la seconde fois dans les Basses-Alpes, où elle a tenu, en 1872, une réunion extraordinaire à Digne. Les procès-verbaux des séances, rédigés par MM. Vélain et Garnier, montrent que la Société s'est surtout occupée, à ce moment, de questions stratigraphiques ; la délimitation exacte du Jurassique et du Crétacé était alors une question à l'ordre du jour qui donna lieu à des discussions mémorables.

M. de Margerie a le regret d'annoncer à la Société le décès :

De M. **James Jackson**, bibliothécaire de la Société de géographie, dont un grand nombre de membres ont pu, dans nos réunions, apprécier l'amabilité, et qui se plaisait à mettre au service de la science son remarquable talent de photographe.

La bibliothèque de notre Société lui doit une collection fort instructive de vues photographiques, qu'il aimait à compléter après chacun de ses voyages ;

De M. **d'Abzac de la Douze**, membre de la Société depuis 1874.

M. Zürcher annonce également la mort de M. **Boisselier**, bien connu par ses travaux sur la Charente.

(1) Plusieurs de nos confrères en ont des épreuves entre les mains.

Il est ensuite procédé à la nomination du Bureau de la session extraordinaire.

Sont élus :

Présidents : MM. **Kilian**, **Zürcher**.
Vice-présidents : MM. **Collot**, **Leenhardt**, **Haug**.
Secrétaires : MM. **Riche**, **Bertrand (Léon)**.
Trésoriers : MM. **Langlassé**, **Thiéry**.

M. **Depéret** propose de proclamer vice-présidents d'honneur MM. **Renevier** et **de Rouville** ; cette proposition est adoptée à l'unanimité.

En outre, M. **Douxami** a été nommé secrétaire-adjoint, spécialement chargé des procès-verbaux de la première partie de la réunion.

M. **Kilian**, président pour la première partie de la réunion, prend alors la parole en ces termes :

« Messieurs,

» C'est une des traditions les plus anciennes et les plus fécondes de la Société géologique de France que celle de s'assembler chaque année en réunion extraordinaire sur un point de notre territoire. Lorsqu'un de vos confrères a exploré avec soin une région, qu'il l'a longuement étudiée et qu'il croit en avoir démêlé suffisamment la structure, il attend comme une suprême récompense de ses peines le moment où ses confrères lui feront l'honneur de visiter avec lui son champ d'études. Le jour où la Société géologique veut bien se réunir pour discuter avec lui sur le terrain les conclusions auxquelles l'ont amené des recherches solitaires et prolongées, est une date importante dans sa carrière scientifique et lui apporte en même temps une des plus grandes satisfactions qui puissent lui être données.

» C'est vous dire, Messieurs, combien nous éprouvons de reconnaissance, mon ami M. Zürcher et moi, de vous voir réunis ici et d'avoir le très grand honneur d'être vos guides dans les Basses-Alpes. A ce sentiment se joint, pour moi, la conscience très vive de la confiance dont vous m'avez honoré en m'appelant aujourd'hui au fauteuil de la Présidence.

» La région dont je suis appelé à vous faire les honneurs est de constitution peu compliquée. Je n'aurai pas à vous montrer ici de dômes aux bords déversés, de ces superpositions anormales, de

ces énigmes de tectonique dont M. Zürcher va, dans quelques jours, vous dévoiler le curieux agencement. Tout se réduit, dans la Montagne de Lure, à quelques dislocations très simples dont la netteté vous préparera à comprendre la complication des environs de Castellane.

» Mais, Messieurs, cette simplicité de structure elle-même vous permettra de consacrer toute votre attention à d'autres questions ; n'oublions pas, en effet, que c'est la stratigraphie paléontologique qui a permis à nos maîtres d'établir les bases de notre science et que c'est notamment par cette méthode si fertile que mon vénéré maître, Ed. Hébert, est arrivé à nous donner des mers anciennes un tableau que vous connaissez tous. Le rôle de la stratigraphie paléontologique n'est pas terminé. Récemment encore, les beaux travaux de M. Haug, sur l'origine des Préalpes romandes, ont montré quelle portée philosophique pouvait avoir ce genre d'études en faisant justice de l'hypothèse si séduisante à laquelle un de nos confrères étrangers avait été amené par un abus de la méthode tectonique. La Géologie n'est pas toute comprise dans une formule tectonique et pétrographique ; ce serait une faute grave que de laisser de côté les questions de biologie et de bathymétrie ancienne qui sont loin d'être épuisées et qui exercent sur les naturalistes dignes de son nom un attrait si puissant. Tout n'a pas été dit sur les faciès, sur les migrations de faunes et sur la filiation des espèces, et la région que vous allez parcourir est féconde en problèmes de cet ordre.

» A travers une orographie facile à saisir, et en présence de strates relativement peu disloquées, je m'attacherai donc, Messieurs, à vous faire suivre les modifications de faciès et à vous donner une idée des faunes successives que recèlent les assises, si variées, de notre champ d'études.

» Malgré l'attrait d'une nature tour à tour alpestre et provençale, le pays ensoleillé que vous devez visiter est un des plus pauvres de France ; nos confrères les géographes me pardonneront si j'ai essayé d'en atténuer un peu la couleur locale en vous procurant autant de confort que possible et en rendant moins pénible cette excursion à ceux d'entre vous qui ne sont ni montagnards ni méridionaux. Cette tâche m'a grandement été facilitée par quelques personnes dévouées ; la Société s'associera, je n'en doute pas, aux remercîments que je suis heureux de leur adresser ici publiquement.

» M. G. Tardieu, que vous connaissez déjà, collaborateur du Dictionnaire géographique de Joanne, s'est multiplié avec un

dévouement vraiment très grand, pour vous assurer le bien-être matériel, pendant vos excursions et votre séjour à Sisteron.

» M. Saint Marcel Eysséric nous a prêté le secours de son objectif et de son habileté en nous communiquant des clichés que vous pourrez admirer dans la brochure qui va vous être donnée.

» M. Plauchud, de Forcalquier, a mis à notre service son amabilité et son influence ; vous lui devrez de ne pas coucher à la belle étoile samedi prochain.

» Je crois également être l'interprète de vos sentiments en exprimant votre reconnaissance à M. le Président du Tribunal et à M. le Maire de Sisteron, qui ont mis gracieusement cette salle à notre disposition. Nous serions heureux si nos débats peuvent intéresser ces Messieurs.

» Enfin M. Ducommun, directeur de la Compagnie d'éclairage, nous a aimablement fourni la lumière dont vous appréciez l'éclat.

» On vous distribuera tout à l'heure un *livret-guide*, illustré de figures et qui, je l'espère, contribuera à vous rendre plus facile l'orientation dans nos montagnes ».

Le Président donne ensuite lecture du programme des excursions. Le programme primitif, légèrement modifié par suite de circonstances locales, est adopté à l'unanimité.

NOTE

SUR LA

STRUCTURE DE LA MONTAGNE DE LURE

ET DES ENVIRONS DE SISTERON (BASSES-ALPES)

par **W. KILIAN** (1).

La deuxième partie de la Réunion extraordinaire doit être consacrée, sous la conduite de M. Zürcher, à l'examen d'une région où les phénomènes de plissement atteignent une complication peut-être unique en France ; les membres de la Société géologique trouveront, dans les premières journées de la session, une introduction toute naturelle aux questions de haute tectonique des excursions finales.

La région de Lure présente en effet une structure beaucoup plus simple que celle de Castellane. La Société pourra assister à la *complication progressive* d'un pli anticlinal unique, celui de Lure, et voir un simple bombement se transformer successivement en un pli-faille, puis en un pli couché, étiré et refoulé vers le Nord. Elle verra en outre comment le flanc méridional de ce grand pli s'accidente près de Banon, par un phénomène de torsion, de fractures multiples (champ de fracture de Banon). Enfin, à l'Est, on étudiera le *chevauchement* de la zone plus interne du Gapençais, étudiée par M. Haug, sur la terminaison orientale du système de Lure.

Situation de la montagne de Lure dans le système alpin.

Les chaînes tourmentées et plissées du Diois et des Baronnies, qui jouent, par rapport aux massifs intérieurs du Dauphiné méri-

(1) Une description détaillée de cette région ayant été publiée en 1888 par M. Kilian (Paris, Masson, Éditeur), le lecteur devra s'y reporter pour beaucoup de détails qu'il a semblé inutile de reproduire dans le présent compte-rendu.

Il a été distribué en outre aux membres qui ont pris part à la Réunion extraordinaire, une Notice spéciale sur les régions de Lure et de Castellane, par MM. W. Kilian et Ph. Zürcher (Grenoble, imprimerie Allier, 1895), comprenant 60 pages et 15 planches.

dional et des Basses-Alpes, un rôle *orographique* analogue à celui des montagnes de la Grande-Chartreuse vis-à-vis du massif de Belledonne, se terminent, au Sud, par une arête est-ouest de plus de 80 kilomètres de longueur.

Cette arête, une fois franchie, c'est par des pentes douces que l'on arrive en Provence. La crête en question, qui porte à l'Est le nom de montagne de Lure et à l'Ouest celui de Mont-Ventoux, marque donc la limite entre le régime énergiquement plissé, à synclinaux elliptiques de la Drôme et une région moins tourmentée, celle de la Haute-Provence, accidentée seulement par un petit nombre de plis à vaste envergure, tels que le Mont-Luberon et de la basse Durance.

Les chaînes de la Drôme dont les relations tectoniques avec le Vercors, sont très étroites (1), font partie de ce que Ch. Lory a appelé les *Chaînes subalpines*. Notre ami et confrère, M. Haug, les a désignées récemment sous le nom de *faisceau ardescien des chaînes subalpines*, faisant ressortir ainsi leurs rapports également assez intimes avec les plis de l'Ardèche (2).

Les chaînes Ventoux-Lure et du Luberon étant parallèles, d'une part aux anticlinaux et aux cuvettes elliptiques de la Drôme, et de l'autre à quelques-uns des plis de Provence ; on les a rattachées tour à tour aux chaînes subalpines ou aux plis de Provence.

En faisant intervenir la considération de l'*âge du dernier plissement subi* par ces montagnes, on est amené à les réunir aux plis subalpins de la Drôme et des Basses-Alpes méridionales (Moustiers-Ste-Marie, Majastres, etc.), et à les séparer des accidents de la Provence proprement dite qui n'ont plus, ainsi que l'ont montré les beaux travaux de M. Marcel Bertrand, subi après l'Oligocène que des mouvements insignifiants.

L'existence de plissements anté-miocènes dans les régions dont nous venons de parler n'autorise point, en effet, à les réunir en un même groupement, car cette phase orogénique ancienne a laissé des

(1) Ces rapports ont été peu étudiés jusqu'à présent ; il est à désirer qu'ils soient bientôt mis en évidence dans une monographie spéciale.

(2) Près de Viviers, on peut voir en effet très nettement un large anticlinal en voûte traverser le Rhône. Cette voûte de calcaires urgoniens est parfaitement visible lorsqu'on se place sur la rive *droite* du fleuve, un peu en aval de Viviers, et que l'on contemple la berge gauche. Les assises urgoniennes traversent le Rhône à Roquemaure, Donzère (Le Robinet de Donzère est une *cluse*), au-dessous de Viviers, etc. A Mondragon, c'est le Crétacé moyen qui se trouve de chaque côté du fleuve. Enfin, les massifs néocomiens de Livron et de Marsanne sont la continuation, sur la rive gauche du Rhône, de la bande néocomienne du Teil et de Baix (Ardèche).

traces aussi bien dans le Jura proprement dit (1) que dans les chaînes alpines (2), dans le Dévoluy (3), dans la Montagne de Lure, en Provence et même dans les Pyrénées. Elle n'a par contre été suivie de plissements *énergiques* postmiocènes que dans les régions alpines et subalpines.

Plusieurs auteurs ont semblé, en considérant les plis du Diois comme exclusivement anté-aquitaniens, complètement perdre de vue des faits positifs comme la présence de mollasse marine *miocène* dans les synclinaux E.-O. de la vallée du Jabron (4) et des Baronnies septentrionales (à Mévouillon, d'après M. Leenhardt). Il faut considérer les plis anté-aquitaniens et anté-miocènes dans la région entre Nyons, Folcalquier et Die, comme ayant été peu accentués ; malgré l'existence incontestable de ces *bombements* anciens, *le principal plissement est ici postmollassique.* Ce serait nier l'évidence que de donner la prépondérance aux plis anciens qui ne sont très accentués qu'à l'Est d'une ligne Lus-la-Croix-Haute-Sisteron. Il sera d'ailleurs probablement possible de prouver l'existence de mouvements orogéniques ayant eu lieu, dans certaines parties des Basses-Alpes, à la fin de l'Oligocène ou au début du Miocène et qui paraissent avoir laissé des traces près de St-Geniez.

Nous rattacherons donc l'arête Ventoux-Lure et celle de Luberon (5) au système Alpin à titre de *chaînes subalpines*, comme les monta-

(1) Girardot et M. Buchin. Découverte du Gisement à végétaux tertiaires de Grusse (Jura). *Mém. Soc. d'Émul. du Jura.* Lons-le-Saunier, 1889.

(2) V. les résultats publiés par M. Haug, notamment pour le bassin de la Durance (*C.-R. Ac. des Sc.*, 1894 et 1895).

(3) D'après les recherches de M. Pierre Lory.

(4) V. Descr. géol. Mont-de-Lure, p. 321.

(5) V. Notes de Géologie alpine, II, *Ann. Ens. sup. de Grenoble*, t. V, 1893, p. 280. Nous avons, avec MM. Depéret et Leenhardt, indiqué la trace, très nette, dans cette chaîne, de mouvements anté-miocènes et post-miocènes superposés.

Des recherches poursuivies avec nos deux confrères, nous ont en effet montré qu'il était possible (comme nous l'avons déjà constaté en 1888 pour l'anticlinal Nord de la montagne de Lure) de retrouver dans le pli du Luberon la trace très nette de deux *phases principales de plissement.* La transgression de la Mollasse sur l'Hauterivien dans l'intérieur même de la chaîne (Sadaillan), la discordance de cette même Mollasse sur l'Urgonien (Roure près Cucuron) prouvent un effort *antémiocène* synchronique de ceux qui ont produit, en Provence, les plis couchés de Gréoux. Des mouvements *postpontiques plus accentués* et contemporains de ceux des chaînes subalpines les plus extérieures, ont donné ensuite à la région sa constitution actuelle, en ployant les assises miocènes. Il semble, du reste, que, dans le Luberon, les deux ridements successifs, séparés par une phase d'immersion et d'érosion, se soient effectués *à la même place et le long d'un même axe* (Voir fig. 4, p. 5 des Notes de Géologie alpine, par W. Kilian. Grenoble, Allier, 1893).

gnes de la Drôme et celles de Moustiers Ste-Marie et de Majastres.

Se basant sur les rapports tectoniques (continuations de plis) que présentent les chaînes subalpines avec les Hautes-Alpes calcaires suisses, le Jura, l'Ardèche et la Provence, M. Haug a commencé par les grouper très justement en plusieurs faisceaux, suivant ces affinités. Il nous semble cependant être allé beaucoup trop loin en proposant de supprimer le terme même « de chaînes subalpines », si admirablement défini au point de vue physiographique par Ch. Lory; on ne voit pas quel avantage trouverait la science à ce que le Jura soit prolongé jusque dans le Diois et les chaînes provençales étendues jusque dans la Drôme. Cela est d'autant moins rationnel que ces divers faisceaux viennent à se souder si intimement (dans le Diois, par exemple) qu'une distinction entre eux y devient absolument artificielle. Il serait encore plus rationnel de considérer le Jura et certains chaînons provençaux comme des parties de la zone subalpine, que de démembrer celle-ci au profit des autres régions. On peut aussi, et c'est *là*, croyons-nous, *le vrai point de vue,* se contenter de constater les connexions dont nous avons parlé, sans rien changer à la nomenclature lorsqu'elle est, comme ici, suffisante.

Nous ne pensons pas non plus que les considérations d'un si haut intérêt, invoquées par M. Haug et tirées uniquement de la continuité plus ou moins grande des *faisceaux de plis* soient de nature à faire écarter le terme de *zone*, dans le sens où l'entendait Lory, du langage scientifique, et à faire rejeter « comme ne correspondant plus à l'état actuel de nos connaissances (1) » les zones établies dans nos Alpes par Ch. Lory. Ce dernier avait tenu compte, en les définissant, à la fois, des faciès, des lacunes stratigraphiques et des caractères orographiques; il voyait dans ses *zones* des entités physiographiques et *non exclusivement tectoniques*. Il ne faudrait pas dénaturer la définition de ce terme, à seule fin de pouvoir le supprimer. Les *zones* représentent dans l'orogéologie alpine des *unités d'un autre ordre* que les faisceaux de plis : les deux termes semblent parfaitement pouvoir coexister utilement sans qu'il y ait à craindre de confusion de langage.

M. Haug estime qu'il importe essentiellement de distinguer les zones de sédimentation, les zones tectoniques et les zones orographiques. Dans les travaux de Lory ces trois ordres d'entités auraient été, d'après lui, le plus souvent confondues.

Il est loin de notre pensée de nier l'importance de ce que M. Haug

(1) *Annales de Géographie*, 15 janvier 1894, p. 158, en haut.

appelle *zones* tectoniques, *zones* orographiques et *zones* de sédimentation ou de prétendre qu'on ait tort de les distinguer, mais il nous semble que de la combinaison de ces unités naît un ensemble complexe dans lequel il est assurément légitime de reconnaître, avec Lory, des subdivisions définies par des caractères empruntés à la fois à plusieurs de ces unités et *issus de leur combinaison même* et de leur superposition. Ces entités seront d'un ordre supérieur à celles dont elles sont pour ainsi dire les résultantes.

C'est ainsi que tout en reconnaissant que les Chaînes subalpines comprennent des faisceaux tectoniques quelque peu hétérogènes, qu'elles n'ont pas partout des caractères orographiques identiques, nous persistons à maintenir leur groupement en une zone physiographique, nous basant sur la position qu'elles occupent relativement aux zones alpines proprement dites, sur leur nature calcaire, sur le fait qu'elles ne montrent jamais d'affleurement de terrains antérieurs au Jurassique et sur la date de leur principal plissement qui est toujours postmiocène ou, du moins, postérieur à l'Helvétien.

Les chaînes de Lure et du Ventoux, dont les pentes méridionales, faiblement inclinées et interrompues seulement par la dépression transversale d'Aurel, s'abaissent doucement vers la Provence, tournent vers le Dauphiné un versant abrupte et escarpé. Ce remarquable accident forme une ligne de crêtes de plus de 80 kil. et dirigée sensiblement Est-Ouest. Au Nord s'étend une région plus tourmentée (Baronnies, environs d'Opierre, etc.), formée d'une série d'arètes calcaires séparées par des dépressions marneuses profondément ravinées et fréquemment traversées en *cluses* par des torrents (Opierre, Barret, Séderon, Le Buis, les Pilles, etc).

Structure générale de la Montagne de Lure.

(Voir le Schéma, fig. 1)

La Montagne de Lure est constituée essentiellement par un pli-faille (1), refoulé vers le Nord sur une partie de sa longueur. De direction sensiblement E. O., ce pli s'étend des environs de Vilhosc

(1) La révision définitive de la région de Lure nous a amené à considérer le pli-faille de Lure, à l'Est de Valbelle, comme incliné sur l'horizon, ainsi que le démontre la trace sinueuse de cet accident à l'intersection des vallées. La partie méridionale de Lure *chevauche* donc très nettement sur la portion septentrionale. Ce résultat confirme l'hypothèse d'une poussée Sud-Nord, émise par nous, dès 1888.

à Montbrun (Drôme), sur un parcours de 50 kilomètres. Vers le Sud

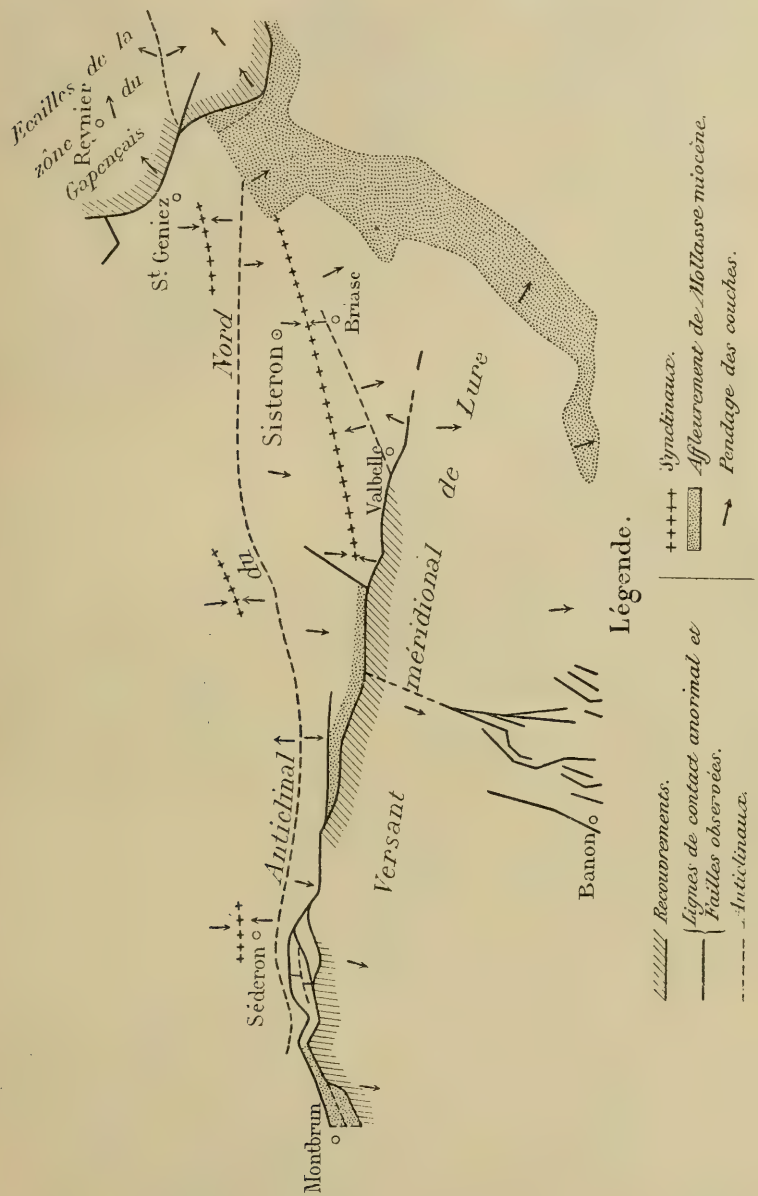
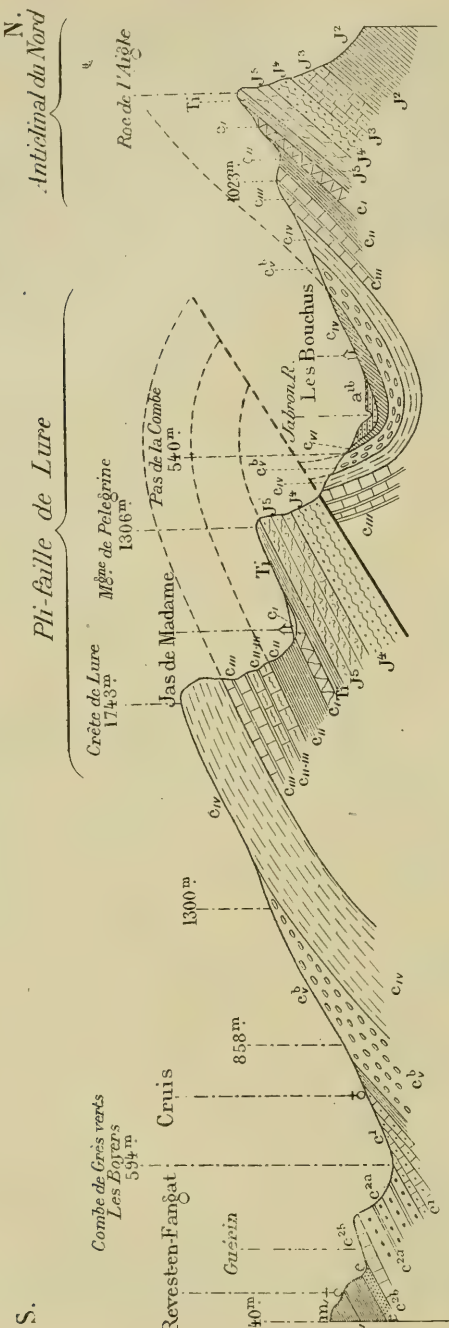


Fig. 1. — Schéma des principales dislocations de la région de Lure.

(Fig. 4), les assises secondaires (Cénomanien), de son flanc méridional, vont s'enfoncer sous les dépôts tertiaires de Vachères, de

Fig. 2. — Coupe transversale de Lure, entre Cruis et Ribiers.



a1b. Alluvions anciennes.
m. Tongrien.
e. Eocène.
c2b. Assise à *Exogyra Columba*.
c2a. Cénomanien moyen et inférieur à *Céphalopodes*.
c4. Grès susapliens.
cVI. Marnes aptiennes.
cV. Calcaires de l'Aptien inférieur.
cIV. Barrémien.
cIII. Calc. à *Criocerds Duvali*.
cII-III. Calc. à *Am. regalis*; *amblygonius*. *Apt. Didayi*.
cII. Marnes à *Bel. Emerici*; *Am. neocomiensis*, *Am. Roubaudi* (*pexiptychus*) *ferrugineuses*.
c1. Berriasien.
Ti. Calc. à *Am. transitorius*.
J5. Calcaires massifs (*Am. Lorgi*).
J4. Couches à *Am. polyplocus*.
J3. Couches à *Am. binammatus* et *canaliculatus*.
J2. Marnes oxfordiennes.
F. Failles.

Limans, de Fontienne, de Peyruis, de Volonne et d'Abros. Au Nord du pli anticlinal qui souvent a dégénéré en *faille inverse*, chevauchant sur le synclinal qui lui succède et sur lequel il a été poussé, donnant naissance à un escarpement brusque de plus de 600 mètres de hauteur, les couches se relèvent et forment une seconde crête (Fig. 3), celle que la Durance traverse à Sisteron, dans une cluse pittoresque.

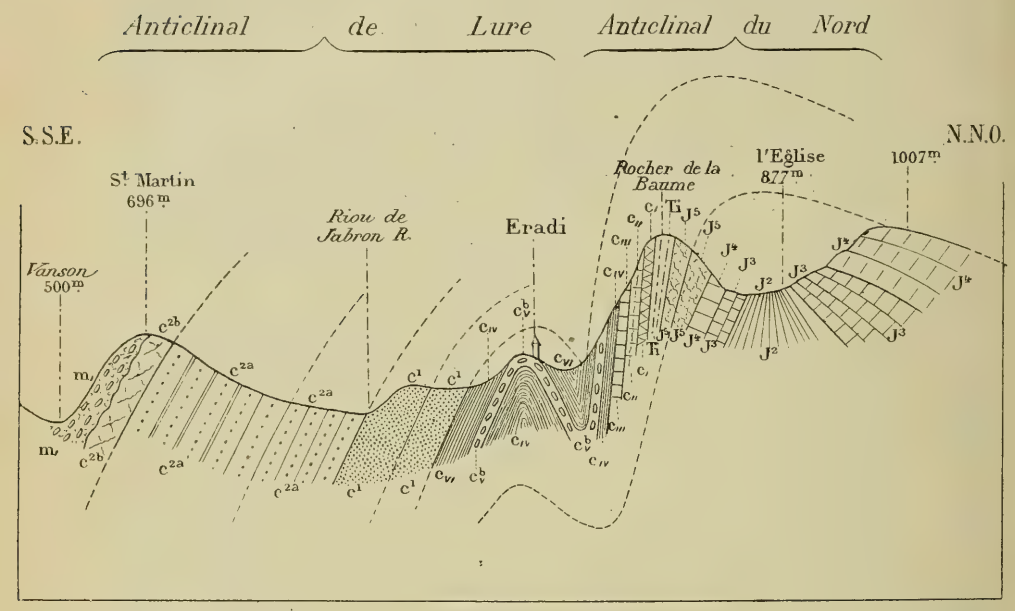
Cette arête s'étend vers l'Est jusqu'à Saint-Geniez, où une *ligne de contact anormal* (faille inverse) (elle met en contact l'Aquitanien et le Trias ; voir plus bas C.-R. Exc. St-Geniez), *sinueuse*, mais dont la direction générale est Sud-Est-Nord-Ouest, la sépare d'autres chaînes qui participent du système alpin proprement dit et dont les accidents ont été décrits par M. Haug. Nous appellerons « *Zone du Gapençais* », cette région où domine la structure « en Ecailles », (Plis-failles inverses très étirés et charriés, avec disparition du flanc inverse) ou « Schuppenstructur » et qui se continue jusque dans le Dauphiné, par le massif du Dévoluy, et peut-être plus au Nord, dans la bordure externe de la chaîne de Belledonne.

a. L'Anticlinal de Lure commence sur la rive gauche de la Durance, où il affecte, à Eradi, près de Briasc (Fig. 3), les calcaires à silex de l'Aptien inférieur et les marnes aptiennes ; il franchit la Durance, s'accidente d'un petit *anticlinal adventif* (Pont de Valbelle) de peu d'importance, et on le retrouve à Valbelle, montrant une voûte des calcaires jurassiques (V. plus bas, C.-R. Excursion de Noyers). Plus à l'Ouest, il fait place à une faille inverse, bientôt jalonnée de lambeaux de Mollasse à *Pecten præscabriusculus*. Cette faille vient se greffer obliquement sur l'axe du pli primitif, ainsi que le montre le schéma Fig. 1. On suit cet accident jusqu'à l'extrémité occidentale de la chaîne (environs de Montbrun), sous la forme d'une ligne de contact anormal dont l'allure sinueuse, par rapport aux accidents de la topographie, met bien en évidence la nature spéciale en montrant l'*inclinaison du plan de glissement sur l'horizon*. Elle est due évidemment à l'exagération d'un pli anticlinal aigu, *poussé du Sud vers le Nord*, ainsi qu'il est de règle dans une partie des chaînes provençales (Fig. 2). La lèvre septentrionale est tantôt formée par un synclinal (Fig. 2) plus ou moins recouvert par le refoulement et dont les accidents transversaux (Jarjayes) viennent par places s'enfoncer sous le bord de la nappe de recouvrement, tantôt par le flanc de l'anticlinal suivant ou Anticlinal du Nord. De Montfroc à Barret, un faisceau de trois cassures accidente le bord

du recouvrement ; ces cassures laissent voir entre elles des parties affaissées du pli primitif.

L'axe de ce pli coïncide d'une façon frappante avec un *brusque* amincissement vers le Nord, des dépôts barrêmiens et aptiens inférieurs. Cette différence d'épaisseur, elle-même motivée probablement par *une ondulation* ancienne, a vraisemblablement joué un rôle déterminant dans la formation de l'Anticlinal de Lure.

Fig. 3. — Coupe transversale de l'extrémité orientale de Lure.



m1. Oligocène caillouteux.
c2b. Assise à *Exogyra columba*.
c2a. Cénomanien moyen et inférieur.
c1. Grès verts dits « susaptiens » (Gault).
cVI. Marnes aptiennes.
cV b. Calc. de l'Aptien inférieur.
cIV. Barrêmien.
cIII. Calc. à *Crioceras Duvali*.
cII. Marnes à *Bel. Emerici*, *Hopl. neocomiensis*.
cI. Berriasien.
Ti. Calc. à *Per. transitorius*.
J5. Calcaires massifs.
J4. Couches à *Per. polyplocus*.
J3. Couches à *Pelt. bimammatum* et *Ochet canaliculatum*.
J2. Marnes oxfordiennes.

b. Anticlinal du Nord. Les couches se relèvent, ainsi que nous l'avons dit, au Nord du pli-faille inverse, pour former, de Saint-Geniez à Monfroc, une crête jurassique à laquelle s'annexent d'autres plis et, en particulier, les curieux petits *bassins synclinaux* (1)

(1) On désigne actuellement ces accidents sous le nom de « dômes inverses ». — V. Léon Bertrand, *C.-R. Ac. des Sc*, juillet 1895.

nécomiens de Chardavons de Sous-les-Roches (O. de Noyers) et de Rougnouse, sortes de cuvettes formées par les calcaires jurassiques et renfermant chacune un lambeau isolé de marnes néocomiennes ou aptiennes. Ce pli septentrional, distinct de l'anticlinal de Lure, débute à l'Est par le bombement bathonien de Sorine, près de Naux ; on en suit l'axe (marnes oxfordiennes) au col de la Sacristie, puis il disparaît en partie sous les alluvions anciennes de la Durance, ne montrant que sa retombée méridionale dans la *cluse de Sisteron* (Fig. 3). L'axe du pli entr'ouvert se poursuit vers l'Ouest, où il est bien visible au col d'Amic (au Nord-Est de Noyers); on le retrouve sous forme d'une voûte de calcaires jurassiques au Nord des Anières. Il tend alors à se renverser et à se rapprocher du pli-faille de Lure, aux environs de Montfroc, et s'ouvre de nouveau pour donner naissance, par suite de l'érosion de son axe oxfordien, au bassin de Séderon ; mais *il n'est plus entier* et sa retombée méridionale est entamée de plus en plus par la faille de la Gourre. Enfin, à l'Ouest-Nord-Ouest de Barret, son axe se trouve presque contigu au bord du recouvrement (V. le Schéma, Fig. 1).

Cet « *anticlinal du Nord* » est de formation plus ancienne que le pli de Lure : tandis que ce dernier et le recouvrement auquel il a donné naissance ont affecté la Mollasse miocène et doivent provenir d'une poussée *postmiocène*, l'anticlinal du Nord s'est en effet dessiné *avant l'époque oligocène* (v. Descr. Mgne de Lure, p. 395 et surtout p. 408-409. Nous mettions alors, avec M. Hébert, le Tongrien dans le Miocène inférieur), ainsi qu'il résulte nettement de la transgressivité des grès rouges oligocènes aux environs de Saint-Geniez (V. Thèse de M. Haug, p. 13). Nous retrouvons donc ici la trace de plusieurs mouvements orogéniques postcrétacés comme dans la chaîne du Luberon et dans une grande partie des Alpes.

L'anticlinal du Nord a une tendance à se *coucher vers le Sud* et à devenir isoclinal près de Curel.

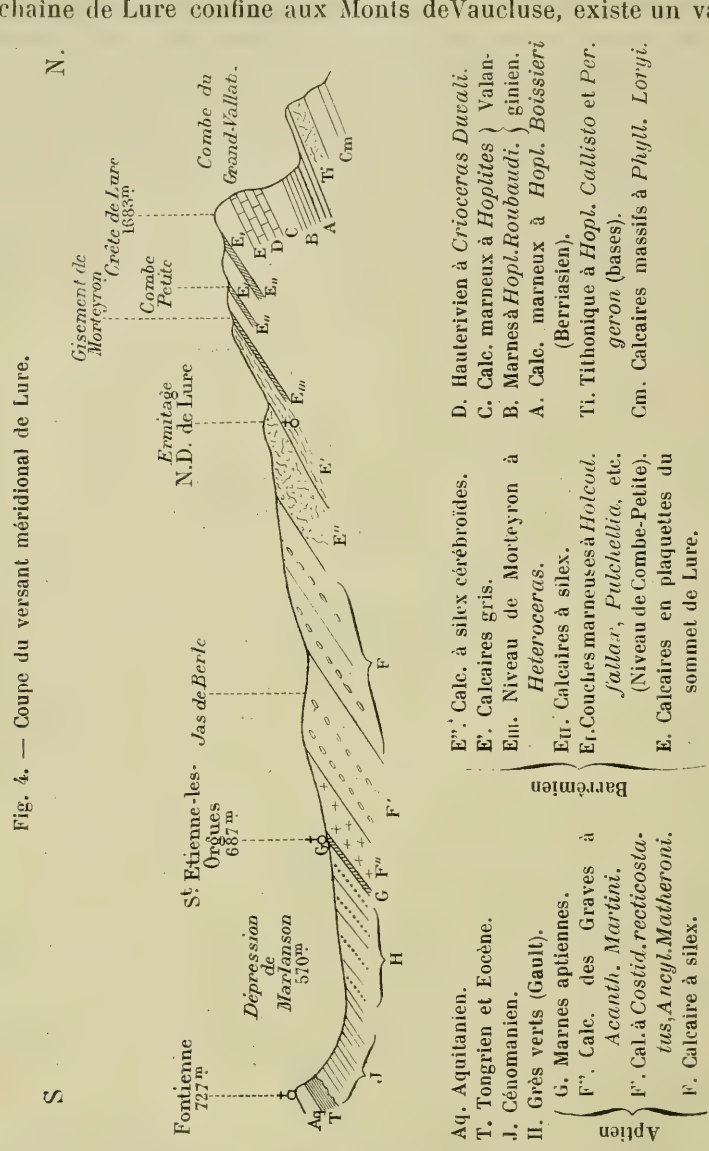
A l'Ouest et au N.-O., les plis septentrionaux du système Bluye-Ventoux-Lure semblent, d'après les explorations de M. Leenhardt aux environs du Buis, être, en partie du moins, déviés vers le N.N.O. A travers un morcellement très grand, on reconnaît notamment cette déviation pour l'anticlinal du Nord.

c. Flanc méridional de Lure. Au Sud du pli-faille principal de Lure, les strates sont régulièrement inclinées (Fig. 9) vers les bassins synclinaux de Forcalquier (1) et de Champtercier (2). Cepen-

(1) V. la Notice de la Feuille Forcalquier de la Carte géologique de France.

(2) V. *C. Rendus séances Soc. géol. de Fr.*, n° 10, 1895. Note de M. Kilian.

dant, il est à noter qu'à l'extrémité sud-occidentale du massif, là où la chaîne de Lure confine aux Monts deVaucluse, existe un vaste



CHAMP DE FRACTURES (environs de Banon). On y compte plus de vingt failles réunies en faisceaux et ayant amené des dénivellations de 50 à 100 mètres. Ces failles (v. plus bas, C. Rend. Excursions à Banon

et Simiane), dont la direction générale varie en moyenne de Nord 25° Ouest à Nord 35° Est, sont très faciles à observer : elles mettent habituellement en contact les Calcaires blancs de l'Aptien inférieur et les Grès verts du Gault. Nous citerons comme particulièrement distinctes, celles des Vallettes, près d'Ongles, et celles du Largue, coupées toutes par la route de Saint-Étienne-les-Orgues à Banon que les membres de la Société ont suivie les 21 et 22 septembre. Le *champ de fractures de Banon* (v. fig. 1) reproduit assez exactement les réseaux de cassures que M. Daubrée a fait naître, par la torsion, dans une plaque de verre et ceux que M. Chaix a observés récemment dans les calcaires urgoniens (Lapiés) du désert de Platé (Haute-Savoie). Nous attribuons, en effet, leur origine à un contournement des couches (production d'une surface gauche) occasionné par la présence des Monts de Vaucluse au Sud-Ouest de notre champ d'études.

A l'extrémité occidentale de la région, la cluse d'Aurel présente un caractère plus complexe, c'est un véritable fossé (*Grabenversenkung*) perpendiculaire au grand accident de Ventoux-Lure ; M. Leenhardt a décrit minutieusement les nombreux compartiments (*Schollen*) qui composent cette dépression.

* * *

Nous avons exposé dans ses détails, en 1888, la structure stratigraphique de la chaîne de Lure et démontré qu'on pouvait y reconnaître deux systèmes de dislocations :

1° L'un antérieur au Miocène, dont les traces se montrent dans la partie septentrionale de la région (Anticlinal du Nord) et qui, d'après les découvertes récentes de fossiles dans la Mollasse rouge du ravin de Vanson, par M. Depéret, se place *avant l'Oligocène*. Ce mouvement a produit une ébauche de notre anticlinal du Nord et une série de plis anté-oligocènes souvent transversaux aux plis postmiocènes et étudiés, plus à l'Est (1), par notre ami, M. Haug.

Nous avons démontré, dès 1888, l'ancienneté de cet anticlinal du Nord en nous basant sur les considérations de transgression que M. Marcel Bertrand a groupées depuis en une méthode féconde en résultats intéressants.

2° L'autre, dont fait partie le *pli-faille* important qui a déterminé la formation de la chaîne actuelle, postérieur à la *Mollasse* dont il a affecté les strates, et aux *conglomérats pontiques* qui ont été forte-

(1) *Loc. cit.* et C. R. Ac. des Sc., 13 juin 1895.

ment relevés sur les bords du massif. Le rôle qui a joué, dans la formation des plissements, l'épaisseur des assises, a été considérable et, ainsi que le pense M. Zürcher, probablement déterminant. Ces failles, provenant de l'acuité trop grande de plis anticlinaux (*Faltenverwerfungen*), ne représentent autre chose que la limite de plis brusques. A cette catégorie appartient visiblement la grande faille de Lure à regard nord, qui se décompose, à l'Ouest, en plusieurs branches. Cette faille doit son origine à un pli brusque, *couché vers le Nord*, et dont la Montagne de Lure proprement dite est le flanc méridional. A cette catégorie appartiennent probablement aussi les failles, ou lignes de contact anormal, d'Esparron, du Caire et de Saint-Geniez à regard ouest.

3° Un troisième système qui n'a qu'une importance toute locale; il comprend le champ de fractures de Banon, rappelant la région faillée de Saint-Andreasberg (Hartz), si bien représentée par MM. Lossen et Kayser, et doit son origine à un mouvement de torsion qui n'a pu se produire que lorsque l'axe principal de Lure était déjà formé et que les strates, d'une part, relevées au Nord le long de cet axe et au Sud-Ouest dans les monts de Vaucluse, inclinéees, d'autre part, au Sud et au Sud-Est, vers le bassin de Forcalquier, constituèrent une surface gauche dans laquelle s'effectua le réseau de fractures, dont nous avons dressé la Carte détaillée.

M. Diener (Gebirgsbau de Westalpen, p. 27), considère les montagnes situées entre Gap et Digne comme la continuation des chaînes subalpines du Dauphiné. Telle était aussi l'opinion de M. Haug en 1891. Nous ne partageons pas cette manière de voir que nous avons essayé de réfuter dès 1892 (1). Depuis lors, nous avons eu la satisfaction de voir notre éminent confrère se rallier à notre opinion (2) et rattacher très judicieusement une grande partie de cette région à une zone plus intérieure des Alpes.

Le système Est-Ouest des plis de Lure et du Jabron, *dont l'extrémité orientale est*, du reste, nettement *déviée vers le N.-E.*, au même titre que l'*axe du Luberon qui devient N.-E. à Volx*, vient s'arrêter à l'Est contre le rebord d'une masse de recouvrement qui représente la lèvre occidentale d'une *série de plis-failles inverses* couchés vers l'Ouest et dirigés Nord-Ouest-Sud-Est.

(1) *B. S. G. F.*, 3e Sér., t. XIX, p. 644.

(2) C. R. des Collab. Carte géol. de Fr. 1893 (Bull. Carte géol. de Fr. et Top. souterr., n° 38, 1894, p. 116.

Ces plis sont venus recouvrir la terminaison orientale de nos accidents. Ces derniers plongent donc à l'Est sous la masse de recouvrement, comme plus au Sud, les plis de Moustiers-Ste-Marie et de Trévans, vont plonger sous la masse de recouvrement des Dourbes. Ce phénomène se reproduit également plus au Nord, ainsi que l'a montré M. Haug. D'après M. P. Lory, une disposition analogue existerait dans le Dévoluy. Il y a là, entre Corps (Isère) et Castellane, une sorte de rebord sinueux d'« écailles » ou plis-failles couchés vers l'Ouest, qui viennent recouvrir les plis subalpins et *semblent* souvent les couper à angle droit. C'est le bord d'une zone plus intérieure à laquelle nous avons donné le nom de « *zone de Gapençais* » et qui comprend une partie du Dévoluy, le Gapençais, les environs de la Motte-du-Caire, Bayons, Digne, ainsi qu'une partie des plis des environs de Barrême, de Castellane et de Soleilhas. Le phénomène des « écailles » ou chevauchements vers l'Ouest, se *reproduit*, ainsi que l'a fait voir M. Haug, un certain nombre de fois en arrière de ce premier refoulement et des plis différents se *relaient* (1) parfois pour constituer le bord déversé. M. Zürcher a montré en outre qu'il y avait là toute une série de faisceaux distincts déversés du même côté ; c'est cet ensemble qui constitue notre zone de Gapençais.

Il est facile, à l'aide de la carte géologique au 200/1000e, qui est jointe au mémoire de M. Haug, de se rendre compte de ce déversement vers l'Ouest des plis de la première zone alpine ; par exemple, entre Espinasse, Tanaron, Astoin, Bayons, où de vastes ensemble de couches (plis-failles inverses couchés) ont été refoulés *en masse* sur les chaînes subalpines, de façon qu'en de nombreux points le Trias vient reposer sur le Jurassique et même sur le Tertiaire (environs de St-Geniez) déjà disloqués une première fois. Plus au Sud, ces accidents se continuent par le Cousson et Chabrières, vers Castellane. Il y a donc eu dans cette région, à la fin de l'époque tertiaire, une puissante manifestation orogénique, qui est venue masquer partiellement les plissements subalpins également post-miocènes, en en occasionnant le recouvrement. Notre confrère a décrit avec une grande netteté les contours de plusieurs de ces lambeaux de refoulement. Quoique sa manière d'envisager ces

(1) Le terme par lequel nous avions essayé d'exprimer en 1891 (Bull. Soc. géol. de Fr., 3e s., t. XIX, p. 642), le sens du verbe « *ablœsen* », employé par les tectoniciens allemands, a depuis reçu la consécration de l'usage et semble adopté dans le langage scientifique.

(2) C'est cette même zone que M. Haug appelle « *zone Delphino-Provençale* » dans un récent travail (Ann. de Géogr., 15 janvier 1896).

dislocations ne fut pas alors (1) tout à fait d'accord avec l'explication que nous venons de donner, les coupes que contient la remarquable thèse de M. Haug, mettent cependant bien en lumière le refoulement d'ensemble venant de l'Est.

M. Haug admet aussi (2) que les « Plis de Provence » viennent plonger sous le plus extérieur des plis alpins entre Moustiers-Ste-Marie et Digne.

Remarquons d'abord que les plis en question (Moustiers, Trévans), deviennent S. O.-N. E. à leur extrémité (Chabrières), c'est-à-dire *parallèles à l'extrémité* déviée (Vilhosc, St-Geniez) *des plis de Lure* dont ils sont l'homologue. Ajoutons aussi qu'il existe dans le bassin tertiaire de Champtercier des anticlinaux d'âge post-pontien (3) et de direction S. E.-N. O., à peu près parallèles à l'Écaille du Cousson-Thoard et de même âge qu'elle. Ces plis s'éteignent *dans le flanc* S. E. de l'anticlinal de Lure, d'âge également post-pontien: Il semble donc y avoir, dans l'esprit de notre confrère, une légère confusion, car les « Plis de Provence » caractérisés par leur âge *anté-miocène*, se terminent à l'E. de Gréoux (4) et les plis qui vont plonger, entre Digne et Moustiers, sous les « Plis Alpins » ont eux-mêmes affecté le Miocène supérieur. Ils sont sensiblement du même âge que les « Plis Alpins » de M. Haug, que la Montagne de Lure et que les plis de Champtercier-Mallemoisson, mais plus récents que les « Plis de Provence » des géologues. Les plis subalpins du Diois, quoique en partie ébauchés avant le Sénonien, sont également d'âge relativement récent ; ils ont relevé la Mollasse près de Crest, en contiennent, pincée dans les synclinaux des Baronnies et appartiennent au même système que Lure, le Luberon, Champtercier et les plis de Moustiers-Ste-Marie dont il vient d'être question et avec lesquels ils forment une *virgation*, coupée à l'Est par le bord des écailles Gapençaises.

Plus au Sud, vers Castellane, les plis de la *zone du Gapençais* effectuent une torsion très nette vers l'Est. Il nous paraît intéressant d'attirer à ce propos l'attention sur la coïncidence remarquable qui existe entre la structure imbriquée et la sinuosité des lignes direc-

(1) Notre confrère s'est, depuis, rangé à notre manière de voir au sujet du Cousson, qu'il envisageait comme le bord d'un bassin d'effondrement (Thèse, p. 183, et C. R. des Collaborateurs Carte géol. de Fr., 1893-94, page 117).

(2) Ann. de Géog., 15 janvier 1896.

(3) Ces plis se continuent vers Mezel et St-Jurson où M. Zürcher a noté contre eux une divergence qu'il explique en les attribuant à deux faisceaux différents.

(4) W. Kilian. — C. R. Ac. des Sc., 5 décembre 1892.

trices. L'empilement et l'étirement des plis aux environs de Castellane correspond en effet à une sorte de *torsion* en S des lignes directrices entre Digne et Nice. Cette corrélation est à rapprocher de ce qu'on observe près de Salins (Savoie), où une brusque déviation des lignes directrices pourrait faire croire à un véritable décrochement, et se trouve également accompagnée d'un empilement de plis isoclinaux. Il en est à peu près de même dans plusieurs points du Briançonnais (notamment dans le massif du G^d^-Galibier) et près de Buis (Drôme), où les plis subalpins décrivent également une courbe en S.

En avant de cette continuation vers le S.-E. de la zone du Gapençais, se développe la *prolongation méridionale des chaînes subalpines* de Mézel, Trévans et Moustiers, remarquable ainsi que nous l'avons fait observer, avec MM. Leenhardt et L. Bertrand, par l'apparition, dans le S. de la feuille de Castellane, d'une série de plis N.-E., coupant les accidents E.-O., et par la coïncidence de ce régime avec l'apparition des masses de Dolomies et de Calcaires blancs dans le Jurassique supérieur. On peut se demander si cette structure n'est pas motivée par le manque de plasticité de ces masses rocheuses. On se souvient que, sur le versant méridional de Lure, *c'est de la même façon que le régime de Banon* (failles et bandes affaissées N.-S.) *coïncide avec l'apparition du faciès urgonien* dans l'Aptien inférieur.

Ces plis, *homologues des chaînes subalpines*, et coupés par les petits accidents N.-S., dont il vient d'être question, occupent vers l'E. toute la région d'Escragnolles, d'Andon, de Val-de-Roure, du Cheiron, laissant au N.-E. une contrée dont M. L. Bertrand nous a fait connaître le curieux régime de dômes (1) et de cuvettes synclinales.

Ce n'est qu'au Sud de Moutiers et d'Aiguines, que les *vrais « plis de Provence »* viennent s'accoler en avant des précédents auxquels ils sont parallèles ; ils forment, vers Fayence et Grasse, une zone très nette bordant au Midi la bande (subalpine) d'Escragnolles, elle-même extérieure à la zone du Gapençais et à sa continuation vers Soleilhas.

(1) Rappelons la fréquence, dans le Jura, des plis locaux, à arrêt brusque, dont a parlé M. L Bertrand et que l'on désigne actuellement sous le nom de *dômes* ; cette forme de dislocations est connue depuis longtemps en dehors des chaînes alpines proprement dites. Sur les plateaux du Jura, du côté d'Avoudrey et de Longechaux (Doubs), par exemple, on peut observer de remarquables exemples d'anticlinaux surgissant dans des zones synclinales et se terminant de même par un brusque plongement périclinal des assises.

En résumé, nous arrivons aux résultats suivants :

1° L'axe Ventoux-Lure, quoique présentant des traces de plis Est-Ouest anté-oligocènes (Anticlinal du Nord) appartenant au même système que les Plis de Provence, peut-être pyrénéens, et s'étant du reste étendu dans la région du Gapençais, a subi un fort plissement postmiocène et doit être rattaché aux chaînes subalpines qui ont la même histoire. Il en est de même de Luberon et des chaînes de Moustiers-Ste-Marie. Ces anticlinaux affectent des directions variables.

2° Cet axe plonge à l'Est, après une déviation vers le N.-E., sous les « Ecailles » de la *zone du Gapençais*, dérivant d'un système de plis N.-O.-S.-E., refoulés vers l'O. Ces plis, d'âge également postmiocène, se sont superposés, mais en les croisant, aux plis subalpins. Ils portent du reste souvent eux-mêmes la trace de plis anté-oligocènes (M. Haug) de direction généralement Est-Ouest.

Quant aux mouvements orogéniques postérieurs au Jurassique, qui ont affecté diverses parties des Alpes françaises, la liste ci-contre suffit pour mettre en évidence leur multiplicité :

Mouvements antésénoniens. — Partie O. du Dévoluy (Ch. et P. Lory). Haute-Savoie (M. Haug).

Mouvements prénummulitiques (postsénoniens à Seyne, W. Kilian, 1891). — Chaînes alpines ; presque partout (MM. Ch. Lory, Goret, W. Kilian, Haug, Zürcher (1), etc.).

Mouvements préoligocènes (2). — Anticlinal du Nord (M. W. Kilian, 1888). Zone du Gapençais (M. Haug), Dévoluy (M. P. Lory).

Mouvements postoligocènes (antémiocènes). — Probables, mais non encore démontrés par des discordances sauf peut-être au Roucas-Blanc, près St-Geniez.

Mouvements antépontiens. — Ch. subalpines, Novalaize (Savoie) (MM. Douxami et Révil).

Mouvements postpontiens. — Montagne de Lure, Moustiers-Ste-Marie (M. Kilian, 1888). Jura, Bas-Dauphiné (Ch. Lory), etc., etc.

(1) Bull. Serv. Carte géol., n° 48, 1895, p. 11. Carte approximative de la région de Castellane, avant le dépôt des couches nummulitiques.

(2) V. W. Kilian, Évolution tect. des Alpes occidentales (Proc.-verb. Soc. de Stat. de l'Isère, 9 mars 1890.

Séance du 19 Septembre 1895, à Sisteron.

PRÉSIDENCE DE M. KILIAN.

La séance est ouverte à huit heures et demie du soir, dans la salle du Tribunal civil de Sisteron.

La parole est donnée au Secrétaire-adjoint pour la lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

NOTICE STRATIGRAPHIQUE

SUR LES

ENVIRONS DE SISTERON

ET CONTRIBUTIONS A LA CONNAISSANCE DES

TERRAINS SECONDAIRES DU SUD-EST DE LA FRANCE

par M. **W. KILIAN.**

Contributions à la connaissance du Jurassique supérieur et du Crétacé inférieur dans le Sud-Est de la France

Note sur les pseudobrèches du Jurassique supérieur et du Crétacé inférieur de la Région Delphino-Provençale

Sur la répartition géographique de divers types d'Ammonitidés, dans le Crétacé inférieur du Sud-Est

---

Introduction

La Montagne de Lure n'avait jamais, avant 1888, fait l'objet d'aucune description géologique spéciale, et l'historique des citations qui la concernent n'est pas bien long à faire. Cependant, nous ferions preuve d'ingratitude si nous ne rendions point hommage

aux maîtres dont les travaux sur des massifs voisins ont servi de base à nos études. Ce sont : Hébert, Garnier et Dieulafait pour les environs de Digne, Charles Lory pour la Drôme. Nous nommerons aussi Guettard, E. de Beaumont, Desor, d'Orbigny, Coquand, Raspail, Duval-Jouve, Astier, Ch. Martins et Fontannes, auxquels la géologie des Basses-Alpes doit de notables progrès. Nous rappellerons en outre que, quoique plus à l'écart que les régions de Digne et de Castellane, Lure a été mentionnée par divers savants : Ch. Lory, Desor, Elie de Beaumont, M. Fallot, lui ont consacré dans leurs mémoires quelques passages intéressants.

C'est enfin un grand plaisir pour nous d'inscrire ici le nom de M. Frantz Leenhardt, auquel on doit une magistrale et consciencieuse description du Ventoux. Le travail de M. Leenhardt a été pour nous un modèle et son auteur a bien voulu, à plusieurs reprises, parcourir avec nous les croupes arides de Lure. Nous y avons gagné de précieux conseils et les charmes d'une profonde amitié. Nous n'oublierons pas non plus notre ami Haug, dont les belles recherches ont si heureusement complété les nôtres aux environs de Saint-Geniez.

Au point de vue stratigraphique pur, l'examen de la succession des assises dont se compose la Montagne de Lure est également très instructif. La série sédimentaire commence avec le Trias et se termine avec les terrasses pléistocènes ; elle ne présente de lacunes que pour le Crétacé supérieur, une partie de l'Eocène et du Pliocène. Elle est remarquable par la multiplicité des horizons, par les changements de faciès qui s'y présentent, notamment au niveau de l'Aptien inférieur, et par les variations d'épaisseur de certaines assises qui, comme le Barrêmien, accusent le long de l'axe Ventoux-Lure une brusque augmentation de puissance, indice de l'existence d'un ancien *géosynclinal* à l'emplacement actuel de la chaîne. Il suffit pour justifier le choix de nos itinéraires, de rappeler que c'est dans la région de Lure que se rencontrent les meilleurs types de faciès vaseux pour les diverses subdivisions (1) du Crétacé inférieur, que les gisements fossilifères du Valanginien, du Barrêmien et de l'Aptien offrent ici leur plus grande richesse et que la série tertiaire du flanc méridional de Lure montre une suite d'horizons marins et lacustres fort remarquables (2).

Nous signalerons encore à l'attention de nos confrères une belle

(1) V. W. Kilian. *Description géol. de la Montagne de Lure.* Paris, Masson, 1888.

(2) V. Notice explicative de la feuille Forcalquier de la Carte géol. détaillée de la France, par MM. Depéret, Leenhardt et Kilian.

coupe des terrains jurassiques (Lias et Dogger) près de Saint-Geniez et, dans les environs de cette même localité, le faciès détritique spécial de l'Oligocène, décrit par M. Haug sous le nom de « *Mollasse rouge* » et bien différent du type que présentent les mêmes couches près de Fontienne. Les deux faciès sont, du reste, reliés par un passage latéral : nous avons, dès 1888, signalé le caractère uniformément détritique que prennent l'Oligocène et l'Eocène supérieur en s'approchant de Peyruis, et M. Depéret a depuis pleinement confirmé ces résultats.

Pour tout ce qui concerne la succession stratigraphique et la description des couches, l'énumération des fossiles qu'elles renferment, on se reportera à notre « *Description géologique de la Montagne de Lure* » (Paris, Masson, 1888), où l'on trouvera à ce sujet tous les détails désirables, ainsi qu'au volume de l'*Annuaire géologique universel* où est résumé cet ouvrage (1).

⁂

Un des résultats des progrès croissants de la stratigraphie et de la paléontologie a été de mettre en lumière l'incontestable utilité des *Monographies locales*, grâce auxquelles il est fourni à la Science une base sûre et solide de documents faciles ensuite à coordonner et dont l'étude sérieuse offre plus de garanties que les recherches sur des matériaux de provenances diverses et souvent douteuses. — Elles seules permettent, par la connaissance qu'elles procurent des associations fauniques et des modifications que ces faunes ont subies dans un même lieu, de se rendre un compte exact de la valeur des formes, de distinguer, — en évitant autant que possible la *multiplication excessive des espèces* qui a pris ces derniers temps,

(1) Nous avons fait paraître comme thèse pour le Doctorat ès-sciences naturelles, une description géologique de la Montagne de Lure (Basses-Alpes). Les principaux résultats de ce mémoire ont été publiés également dans l'*Annuaire géologique universel*, tome III, p. 300-303, 310-315, et tome IV, p. 242, 253, 255, 266, 271, 272, 339, 341, 344, 346, etc.). La succession des assises crétacées est décrite dans ce travail, telle qu'elle ressort nettement d'une série de coupes détaillées annexées à titre de documents à notre mémoire. La faune de chacune des assises y est scrupuleusement analysée et discutée dans des listes aussi complètes que possible :

Nous y avons figuré, outre quelques espèces du Jurassique et du Gault :

Hoplites curelensis, n. sp. Berriasien.
Hoplites Dalmasi, Pictet sp. Berriasien.

Il a été donné également, dans ce travail, une série de listes de Céphalopodes du Crétacé inférieur. Ces listes sont faites pour chaque zone ; la synonymie y est donnée pour toutes les espèces dont un grand nombre sont discutées (*Desmoce-*

surtout en ce qui concerne les Ammonites, une si fâcheuse extension, — des simples *variétés* coexistant à une même époque dans un milieu donné, les *mutations* qui se sont succédé dans le temps, représentent les stades successifs de l'évolution et ont une valeur stratigraphique considérable.

Elles donnent en outre un moyen sûr de connaître les changements qu'amènent dans la composition des faunes les variations de *faciès*.

Un autre avantage de ces sortes d'études est de fixer d'une façon plus précise et en tenant compte des influences du milieu, des migrations, etc., l'âge exact des assises dans lesquelles se rencontrent ces faunes ; les points de repère se multiplient ainsi pour le stratigraphe qui, lui aussi, gagne à cette méthode une plus grande sûreté et une plus grande précision.

Depuis la publication des nombreux et excellents mémoires de

ras difficile, Ptychoceras (*Baculites*) *neocomiense, Acanthoceras Stobieskii*, etc.)

Nous y avons établi ou décrit à nouveau les espèces suivantes :

Lytoceras obliquestrangulatum, n. sp.
(= *Ammonites Juilleti*, d'Orb., *partim*), des marnes à *Ammonites neocomiensis* (non figuré).
Hoplites Roubaudi d'Orb., sp. Même gisement.
Pulchellia Sellei, n. sp.
Heteroceras Astieri d'Orb.,
— *bifurcatum* d'Orb.,
— *Tardieui*, n. sp.
— *Leenhardti*, n. sp. (n'est pas figuré)
— *Giraudi*, n. sp.
Rhynchonella Moutoni d'Orb.,
— *Dollfussi* Kilian.
} du Barrêmien.

Enfin nous avons publié, comme addition au mémoire précédent, une *Note sur quelques fossiles nouveaux ou peu connus du Crétacé inférieur de Provence* (*B. S. G. F.*, 3e Sér., t. XVI, 1888). Ce travail contient la description de quelques espèces nouvelles et des diagnoses accompagnées de figures pour un certain nombre de formes incomplètement connues, telles que *Lytoceras anisoptychum* Uhlig (Barrêmien), *Silesites Seranonis* d'Orb., sp. (Barrêmien), *Holcodiscus fallax* Math., sp. (id.), *Holc. Caillaudi* d'Orb., sp. (id), *Holc. Gastaldii* d'Orb., sp. (id.), *Holc. Perezi* d'Orb., sp. (id.), *Holc. Van den Heckei* d'Orb., sp. (id.), *Pulchellia pulchella* d'Orb., sp. (id.), *Heteroceras Astieri* d'Orb., sp. (id.), *Rhynchonella Moutoni* d'Orb. (id.). *Hoplites Roubaudi* d'Orb., sp. (du Néocomien inférieur).

On y trouve décrites comme formes nouvelles :

Holcodiscus Seunesi, n. sp.,
— *druentiacus*, n. sp.,
— *Morleti*, n. sp.,
Heteroceras Leenhardti, n. sp.
} du Barrêmien.
Hoplites lurensis, n. sp. des marnes aptiennes.

la Société géologique de France et des belles monographies inaugurées par Pictet et continuées par les soins de la Société paléontologique suisse, exemple bientôt imité en Portugal par M. Paul Choffat, l'excellence de cette méthode n'est d'ailleurs plus à démontrer. Le temps est passé des vastes entreprises iconographiques comme la *Paléontologie française* jamais terminées, toujours incomplètes, et dont la mise au courant incessante exigerait une série de suppléments que nous attendons encore. Les nombreuses monographies publiées par l'Institut Géologique de Vienne, celles que font paraître en Allemagne MM. Dames et Kayser et tant d'autres, ont fait voir que la Science avait en effet plus à gagner à ces mémoires dus à l'initiative individuellle, se manifestant dans des directions multiples et diverses qu'à des œuvres de trop longue haleine pour être menées à bien par le travail d'un seul, et qui, souvent, restent inachevées ou tronquées.

L'essai tenté par M. Ph. Matheron pour nos faunes fossiles du Sud-Est, et dont le texte n'a pas vu le jour, était une œuvre digne d'être poursuivie ; nous y avons puisé le désir de voir se publier, en une suite d'études spéciales, les résultats paléontologiques auxquels pourraient conduire des recherches sur les terrains secondaires de la région delphino-provençale et des contrées voisines.

Quelques indications suffiront pour donner une idée des sujets d'études qui pourraient être fructueusement abordés.

L'*Infralias* offre dans l'Ardèche (Veyras, Mercuer, etc.), des types d'une grande richesse en espèces.

Le *Lias* de la Basse-Isère a fourni à Dumortier de très remarquables matériaux, mais il reste encore à glaner après lui ; nous avons par exemple entre les mains une petite série de curieux *Harpoceras* de La Verpillière, dont la publication offrirait beaucoup d'intérêt.

Ce même terrain présente dans le Var une faune de Brachiopodes qui fournirait le sujet d'une intéressante étude.

M. Haug a promis de faire connaître dans leurs détails les faunes du Jurassique inférieur et du *Dogger* des Hautes et Basses-Alpes.

Pour ce qui concerne le Jurassique supérieur et le Crétacé, les matériaux abondent également :

Dans l'*Oxfordien* des Hautes et Basses-Alpes, existent un certain nombre de *types orientaux* voisins des espèces russes du même niveau et dont l'étude s'impose d'elle-même, ainsi que celle des faunes de la zone à *Pelt. transversarium* de l'Ardèche (Crussol, les Vans, Joyeuse, La Voulte), de St-Brès (Gard), analogues de celle que M. de Riaz a décrite de Trept (Isère).

Parmi les faunes qui ne sont encore qu'incomplètement connues et qu'il est nécessaire de soumettre à une revision scrupuleuse, il convient aussi de signaler celle des couches à *Pelt. bimmamatum* et celle des assises *coralligènes* du Jurassique supérieur (ancien Corallien du Midi) si bien développées à l'Echaillon, Rougon, Escragnolles, etc.

Les Monographies de Pictet et de M. Toucas semblent laisser peu de choses à ajouter à ce que nous savons des zones *tithoniques* et *berriasienne*. Mais l'on doit au zèle infatigable de M. Gevrey des séries de Céphalopodes d'Aizy et de la Faurie, dont la publication jetterait un nouveau jour sur le développement de certains groupes d'*Hoplites* et d'*Holcostephanus* (1).

Le *Valanginien* n'est guère connu que par les faunes pyriteuses du Diois, le sommet de l'étage a été négligé ; il y aura donc à étudier cette partie supérieure dans son développement calcaire au Fontanil et à Malleval (Isère) et sous son faciès vaseux à *Hoplites* plus au Midi.

A St-Pierre-de-Chérennes, dans l'Isère, à Moustiers-Ste-Marie (Basses-Alpes), et dans d'autres localités, le *Néocomien* moyen (Hauterivien) renferme des Ammonites (notamment des *Hoplites*) encore peu connues et une série variée de Brachiopodes, d'Echinides et de Crinoïdes en partie encore inédite.

Quoique fort étudié, le *Barrêmien* présente encore quelques groupes mal caractérisés, tel celui de *Hoplites Feraudi* et la série des *Desmoceras* (*Desm. cassida*, *ligatum*, *difficile*, etc.).

Dans les calcaires de Cruas, presqu'aucune espèce n'a été déterminée avec rigueur ; les gisements de l'Ardèche et notamment celui de Meysse exploré par M. Gevrey (in coll.) sont encore peu étudiés.

Dans l'*Aptien* inférieur, les *Acanthoceras* n'ont été figurés qu'à l'état embryonnaire. Plusieurs espèces, parmi les plus fréquentes, n'ont jamais été décrites.

Le faciès crayeux ou *Urgonien* [Forêt de Lente (Drôme)] et les couches à Orbitolines sont riches en formes incomplètement connues ou inédites (2) (Rencurel, Cognin, les Ravix, le Rimet, le Faz).

La faune des *Marnes aptiennes* réclame une revision complète qui fournira une suite de résultats importants au point de vue stratigraphique. Il en est de même du *Gault* de Clansayes et d'une

(1) L'étude de la faune berriasienne de la Faurie a été entreprise par M. P. Lory, en partie, d'après les beaux matériaux de la coll. Gevrey.

(2) Les Rudistes de l'Urgonien delphino-provençal font en ce moment l'objet des études de M. Victor Paquier.

série d'autres gisements dont les rapports respectifs sont encore assez obscurs (Hyèges (Basses-Alpes), les Bruges (Drôme), Le Rimet (Isère), Escragnolles (Alpes-Maritimes), etc.).

Enfin, le gisement de la Fauge (Cénomanien) a donné quelques Céphalopodes rares et intéressantes qu'il sera utile de faire connaître comme celles du Sénonien de Sassenage et d'autres points de nos Alpes.

Les richesses paléontologiques de nos assises jurassiques et crétacées du Sud-Est se sont peu à peu répandues dans les autres pays et un certain nombre d'espèces ont fait l'objet de savantes études de la part d'auteurs étrangers à la France avant d'avoir été décrites dans nos recueils paléontologiques. Il nous paraîtrait utile que l'on fît connaître au fur et à mesure des explorations dont se trouvent si fréquemment l'objet la région delphino-provençale et les contrées avoisinantes, les formes nouvelles ou peu connues de Céphalopodes que l'on y rencontre pour ainsi dire à chaque pas et que les descriptions en fussent insérées dans une publication française. Nous espérons voir bientôt des travailleurs de bonne volonté apporter ainsi leur contribution à la connaissance de notre pays et éviter en même temps à nos confrères étrangers des recherches parfois difficiles et que leur ignorance des gisements rend souvent incomplètes.

Ces contributions, telles que nous les concevons, comprendraient donc la description complète de quelques faunes intéressantes des terrains secondaires du Sud-Est, comme celles du Valanginien du Fontanil, du niveau coralligène jurassique supérieur de l'Echaillon, du Néocomien (Hauterivien) de St-Pierre-de-Chérennes et du Fâ (Isère), du Néocomien supérieur et du Gault des Ravix, du Rimet, de Rencurel, etc. Il y aurait lieu d'étudier également les Polypiers si abondants à l'Echaillon et dans notre Urgonien.

Dans une autre partie parallèle, seraient publiées, au fur et à mesure des recherches, les descriptions d'espèces nouvelles ou peu connues de Céphalopodes du Jurassique supérieur et du Crétacé inférieur de la région delphino-provençale, groupées par sous-genres et en raison de leurs affinités naturelles.

Les belles collections du laboratoire de Géologie de la Sorbonne et de l'Ecole des Mines de Paris, que nous avons été à même d'étudier de près pendant plusieurs années, nous ont permis d'accumuler une foule d'observations paléontologiques qui trouveraient leur place naturelle dans ces mémoire et nous espérons que MM. Munier-

Chalmas et Douvillé ne refuseraient pas communication des pièces intéressantes qui pourraient rentrer dans le cadre des monographies dont nous parlons ici.

D'un autre coté, les Musées de Grenoble (Coll. A. Gras et Jourdan), Valence (Coll. Soulier), Lyon (Coll. Dumortier, Thiollière, etc.), Chambéry, Gap (Coll. Rouy), Nîmes, Avignon (Coll. Requien), Digne, Marseille (Coll. Reynès), Annecy, ainsi que les collections des Facultés de Grenoble (Coll. Lory, Jaubert et Tardieu), Lyon et Marseille renferment des séries dont nous avons l'espoir de pouvoir utiliser les nombreux Céphalopodes, notamment celles de Lyon mises gracieusement à notre disposition par MM. Lortet et Depéret.

La revision des Ammonites du Musée de Genève (coll. Pictet) permettrait également d'augmenter le nombre des documents sur lesquels pourraient porter les recherches.

Parmi les collections particulières, nous citerons celles de MM. Allard à Tarascon, Arnaud à Barcelonnette, Carrière à Nîmes, Curet à Toulon, David-Martin à Gap, Deydier à Cucuron, de Mme Escoffier à Visan, de MM. Gevrey à Grenoble, Gilouin à Lucen-Diois, Haug à Paris, Huguenin à Valence, Lévêque, Gleize, Honnorat et Jacques à Digne, Lamy à Clermont-Ferrand, Leenhardt à Sorgues (Vaucluse), et Montauban, Juliany à Manosque, des Frères maristes à St-Paul-Trois-Châteaux et à St-Genix-Laval (Rhône), de MM. Pillet à Chambéry, Pellat à la Tourette près Tarascon, Panescorse à Draguignan, Petitclere à Vesoul, Sayn à Montvendre (Drôme) (anciennes collections Tardieu (partim), Jacques (partim), Garnier et de Payan), de Selle à Fontienne (Basses-Alpes), Second à Draguignan, Zürcher à Toulon (collection Michalet) et enfin nos propres séries, recueillies depuis plus de six ans dans l'Est et le Sud-Est de la France.

Grâce à la courtoise libéralité de plusieurs des personnes citées ci-dessus, nous serions assuré dès maintenant de pouvoir utiliser des matériaux empruntés à un certain nombre des collections dont nous venons de donner la liste.

Il est enfin un ordre de recherches paléontologiques appelées à rendre les plus grands services à la Géologie, nous voulons parler de l'*examen microscopique des calcaires*. Cette méthode pourrait être appliquée très utilement à nos calcaires urgoniens et éclairer un peu l'origine encore si peu connue des formations dites récifales.

GÉNÉRALITÉS

L'étude approfondie de la chaîne de Lure nous a conduit à un certain nombre de résultats dont nous croyons devoir rappeler ici en quelques mots les principaux.

1) Dans la description détaillée des assises comprenant, outre un peu de Trias, le Jurassique, le Crétacé et le Tertiaire, nous avons montré :

a. Pour le terrain jurassique, que les couches qui constituent ce système et qui n'avaient pas encore été étudiées de près dans la région, sont susceptibles d'être divisées en un certain nombre d'horizons dont les moyens et supérieurs offrent un cachet essentiellement alpin et peuvent être assimilés à des zones équivalentes des Alpes suisses, autrichiennes et d'autres points de la province méditerranéo-alpine (Couches de Klaus, couches à *Am. Loryi*, Diphyakalk, horizon de Stramberg).

b. Pour le Crétacé inférieur :

1) Que cette section comprend huit zones paléontologiques bien définies, dont on n'avait pas encore signalé la succession constante dans les chaînes subalpines. L'horizon de l'*Am. difficilis* (Barrémien), en particulier, a été l'objet de toute notre attention; 2) que les calcaires à *Requienia Ammonia* (Urgonien des auteurs) passent latéralement, dans notre champ d'études, à un équivalent vaseux dont la faune de Céphalopodes se rattache à l'Aptien inférieur.

c. L'examen de l'étage albien et de ses rapports avec les couches sous-jacentes (Aptien) nous a fait voir les traces d'une érosion importante correspondant à l'époque albienne. Nous avons constaté l'existence du Gault supérieur dans cette partie des Basses-Alpes.

I

SYSTÈME TRIASIQUE

Ce terrain n'affleure, sous forme de gypses et de cargneules, que tout à fait à l'Est de notre région, dans les environs de Saint-Geniez; nous n'avons rien de nouveau à dire sur sa composition qui a été étudiée en détails par M. Haug (1) en 1891.

(1) Ch. subalp. entre Gap et Digne, p. 16.

II

SYSTÈME JURASSIQUE

A. — **Infralias** et **Lias.**

Ces étages ne se montrent également qu'à l'Est de la Montagne de Lure, dans la zone du Gapençais, près de St-Geniez et d'Authon. Nous renvoyons aux descriptions que nous en avons données en 1888, qui ont été reprises par M. Haug (1) en 1891 et rattachées à une étude d'ensemble du Jurassique inférieur delphino-provençal.

B. — **Bajocien** et **Bathonien.**

Ici encore, nous avons affaire à des assises dont l'extension est limitée à la partie orientale de la région, située en dehors de la Montagne de Lure. Ces couches existent aussi au Nord, du côté de Claret et dans la vallée de Buech, près de Montrond, où elles ont été récemment étudiés par M. Paquier. Nous avons publié (2) en 1888 la coupe des Traverses à Authon, qui donne la composition détaillée du Dogger dans cette contrée.

C. — **Jurassique supérieur** (Malm).

(Planche XI).

Les dépôts du Jurassique supérieur sont reliés aux précédents par une continuité absolue ; ils présentent le faciès vaseux à Céphalopodes et leur faune a des caractères nettement méditerranéens (abondance des *Phylloceras*, *Lytoceras*, *Haploceras*, *Simoceras*, *Pygope*, etc.). On y remarque à plusieurs niveaux des bancs grumeleux et amygdaloides donnant lieu à des *pseudobrèches* et identiques aux intercalations de ce genre qui existent à Lémenc (Savoie) et dans l'Ardèche (Les Vans, Vogué), à la Vernaz (Haute-Savoie), dans les Alpes Fribourgeoises, en Andalousie, etc. Cette structure envahit à l'Est toute l'épaisseur du Malm qui, près de Guillestre (Hautes-Alpes), est entièrement constitué par des calcaires amygdaloïdes.

Le Jurassique supérieur des Basses-Alpes est devenu classique

(1) *Loc. cit.* p. 31, 38 et 40.

(2) Descr. géol. de la Montagne de Lure, p. 83. V. aussi Haug, loc. cit., p. 82-83.

par les travaux et les discussions mémorables auxquelles il a donné lieu il y a une trentaine d'années; les noms de d'Orbigny, Coquand, Dieulafait, Vélain, Oppel, Garnier, Zittel, Jaubert, Hollande et surtout celui d'Edmond Hébert, sont restés attachés à ces questions (1); mais avant 1888, personne n'avait essayé de diviser ce terrain en zones caractérisées par des Céphalopodes. Nous avons reconnu cependant qu'il présentait dans une grande partie des Alpes françaises et dans l'Ardèche une *composition remarquablement constante*, dont nous avons donné les traits principaux dans notre description géologique de la Montagne de Lure. Nous avons recueilli, depuis cette époque, un grand nombre de renseignements et d'observations relatives au Malm delphino-provençal et nous profitons de l'occasion présente pour donner un aperçu général sur cette intéressante série d'assises.

L'épaisseur considérable et la nature vaseuse de ces dépôts nous conduisent à admettre, comme M. Haug l'a fait pour les sédiments du Lias et du Dogger, qu'ils se sont effectués dans un *géosynclinal* dont le fond a été affecté pendant un temps très long, un mouvement d'un affaissement lent et continu.

Ce géosynclinal était en communication directe avec les Alpes orientales par la Suisse, ainsi que le montrent les caractères de la faune et la continuité des faciès le long d'une zone parallèle à la courbe de la chaîne alpine.

Des récifs coralligènes, des couches glauconieuses, etc., délimitent ce fond vaseux : au Sud et au Sud-Ouest, des environs de Nice (2) par Escragnolles, Castellane, Moustiers-Ste-Marie jusqu'à St-Jurs, près Mézel; au Nord-Ouest à l'Échaillon (Isère), au Mont-du-Chat (Savoie), au Salève, etc., ; à l'Est, dans l'Ubaye (Méolans, les Siolanes, Pain-de-Sucre, Chapeau-de-Gendarme, Gerbier, vallon de Clapouze), à Argentera et à Tende (Italie).

Cependant, vers l'Ouest, du côté du Plateau Central, on rencontre le faciès vaseux ou grumeleux à Céphalopodes jusque sur le bord même des massifs cristallins [(Les Vans et Joyeuse, Crussol (Ardèche)], et rien n'indique de ce côté, d'une façon positive, le voisinage du littoral.

Quelques îlots semblent avoir émergé de cette mer alpine, ainsi que le font voir les brèches *polygéniques* que nous avons observées

(1) Voir plus bas, la liste bibliographique relative aux discussions sur l'Etage tithonique.

(2) Dans le Nord des Alpes-Maritimes, le Jurassique supérieur présente déjà, d'après M. Léon Bertrand, son faciès vaseux.

au Lac blanc du Grand-Galibier, à la base des calcaires rouges amygdaloïdes qui représentent le Tithonique dans la région située à l'Est et au S. E. de Pelvoux (1).

Mais au Nord de Grenoble, à la Cluse de Chailles (Savoie), les bancs supérieurs du Tithonique à Céphalopodes (*Perisphinctes Lorioli*), alternent plusieurs fois avec des couches purbeckiennes lacustres, qui indiquent qu'on se trouve là dans une région littorale soumise à des oscillations et que l'épisode continental et saumâtre qui a signalé dans le Jura l'époque dite *purbeckienne* est contemporain d'une partie du Tithonique delphino-provençal.

a) Callovien (2).

On distingue, à la la base de la série, des schistes noirs, feuilletés, brunissant à l'air, coupés de petits bancs marnocalcaires et pétris de *Posidonomya Dalmasi* (3). Les bancs calcaires fournissent : *Macroc. macrocephalus*, *Perisph. funatus*, *Rein. Greppini*, *Sphæroc. Ymir*, *Sphær. microstoma*, *Proplanulites* (nouvelle espèce, différente des formes figurées récemment par M. Tornquist ; de Savournon, etc., etc. La partie inférieure de ces schistes si puissants (Chabrières-Chaudon (100^{m}), Gap, etc.) appartient très probablement au Bathonien supérieur.

Au sommet, on trouve dans des rognons marnocalcaires : *Phylloc. Kudernatschi*, *Zignodi*, *Quenstedticeras Lamberti*, *Peltoceras torosum*, *Pelt. athleta*, *Perisph. indogermanus*, *Per. rota*, *Perisph. sulciferus*, *Proplanulites Koenighi*, *Hecticoceras punctatum*, etc.

Cette assise est particulièrement fossilifère près de Gap ainsi qu'à Savournon et Upaïx (Hautes-Alpes), La Motte-du Caire (Basses-

(1) Grand-Galibier, lac du Lauzet, Tenailles de Montbrison, Grand Aréa, La Roche de Rame, Guillestre, Vars, La Mortice, Le Castellet, Aiguille de Chambeyron, Saint Ours.

(2) L'appendice paléontologique de notre thèse contient la description des formes jurassiques suivantes :

Belemnites (*Duvalia*) *ænigmaticus* d'Orb. sp.
Perisphinctes rota Waagen.
Peltoceras instabile Uhlig.
} Marnes oxfordiennes (Zone à *Am. Lamberti*).

Perisphinctes Deeckei n. sp. (*Per.* aff *contiguus* Cat.). Couches à *Per. geron* (Diphyakalk de Naux.

De plus, nous établissons les dénominations de : *Harp. lunuloides* n. sp. pour *Am. hecticus compressus* Quenst. Jura, p. 552, Céph. Pl. VIII, fig. 3 (non *lunula*, Ziet.) et de *Perisphinctes Labordei* pour *Per.* cf. *plicatilis* Favre (Ox. Alpes frib. Pl. IV, fig. 13).

(3) V. Descr. Mont de Lure, p. 96, l'histoire de cette espèce.

Alpes), où Jaubert a recueilli de magnifiques séries, qui figurent dans sa collection à la Faculté des sciences de Grenoble, notamment quelques *Inoceramus* et des Ammonites (Voir listes in *Haug*, *loc. cit.*, p. 97 et suiv.). Les schistes calloviens sont très développés aux environs de Veynes (Hautes-Alpes), de Séderon (Drôme) et du Buis (Drôme), à Curnier (Drôme), ainsi que dans le Diois et à Mens (Isère) ; à Die nous y avons recueilli *Posidonomya alpina* A. Gras ; à la base et plus haut : *Cardioc. Lamberti*, *Hectic. punctatum*, *Pelt. athleta* (à Poyols), *Perisph. plicomphalus* Sow. (à Poyols), *Prop. arciruga* Tornq. Ils occupent aussi de vastes surfaces dans le bassin de l'Ubaye et ont fourni à Pontis et à St-Pons, *Macrocephalites macrocephalus* et près de Barcelonnette un certain nombre d'autres espèces caractéristiques (*Perisph. rota* Waag. au Riou Chanal, Coll. F. Arnaud).

Il y a lieu de signaler dans le Callovien de Châteaufort, au N.-E. de Sisteron, des *gypses* lamelleux, en petits lits, réellement intercalés dans ce terrain (1) et qu'il importe de ne pas confondre avec les gypses saccharoïdes d'Entraix provenant d'un recouvrement triasique ni avec ceux de Lazer qui ont une origine hydrothermale.

Aux Blaches, près Castellane, un niveau pyriteux existe dans cet étage.

Dans les Alpes-Maritimes, le Callovien est représenté près de Mons, par des calcaires en plaquettes d'un blanc jaunâtre, dans lesquels M. le Dr Guebhardt a rencontré *Hectic. punctatum*, *Pelt. subdistractum* Waag., *Reineckeia ?* sp., etc.

On sait que le Callovien reste sensiblement le même jusque dans la région jurassienne au Mont du Chat (Chanaz), où malgré la persistance de quelques formes méditerranéennes, sa nature lithologique indique une mer moins profonde (sec. Parona et Bonarelli).

b) Oxfordien (2)

Les marnes oxfordiennes (100-150m), sont noires et feuilletées, souvent brunâtres, avec géodes. Les fossiles y sont parfois ferrugi-

(1) M. Haug (*C. R. Collab. Serv. Carte géol. de Fr.*, 1895-96, p. 164. T. VIII, No 53, des Bull. Serv. Carte géol. de Fr.) vient d'attribuer au Trias le Gypse des Moulières. Il y a lieu de rappeler qu'il y a dans cette localité *deux sortes de Gypses* : une masse blanche et saccharoïde que M. Haug place dans le Trias; notre description vise des gypses *lamelleux* interstratifiés dans les Schistes noirs et *certainement calloviens*.

(2) D'Orbigny énumère, comme gisements de fossiles oxfordiens (dans son Prodrôme et dans le Cours élémentaire de paléontol.) : Beauduen, Caussols, Les Blaches, Sisteron, Remutat et quelques autres points de notre région, v. aussi p. Poyols, Garnier.

neux ; ce sont notamment : *Phyll. Puschi*, *Phyll. Zignoi*, *Phyll. tortisulcatum*, *Cardioceras cordatum*, *Aspidoceras perarmatum*, *Ochetoceras Henrici*, *Neumayria suevica*, *Cosmoceras Duncani*, etc., *Hibolites hastatus*, et à la partie supérieure : *Peltoceras transversarium*.

Citons encore comme fréquents dans l'Oxfordien des environs de Sisteron (vallon du Plaisir, Franchironette) :

Perisphinctes subtilis Neum.
Cardioceras Mariae d'Orb., sp.
Oppelia denticulata Ziet., sp.
Aptychus berno-jurensis Thurm., etc.
Vertèbres de Sauriens.

Les marnes oxfordiennes forment de nombreuses et vastes dépressions le long des axes anticlinaux du Diois (*Phyll. tortisulcatum*, *Pelt. torosum*, *Perisph. subtilis*, *Card. cordatum* à Luc-en-Diois), des Baronnies et des environs de Veynes (*Card. Mariæ* existe près de Serres), où elles accompagnent le Callovien ; elles sont, comme ce dernier, éminemment ravinables.

Leurs caractères sont constants vers l'Ouest, vers l'Est et vers le Nord, où elles se maintiennent, telles que nous les avons décrites, jusqu'au delà de Grenoble et en Haute-Savoie. On les retrouve identiques à elles-mêmes au col Lombard près des Aiguilles d'Arves *Phyll. tortisulcatum*, etc.) et jusqu'à Meiringen dans les Alpes bernoises.

A Rémuzat (Drôme), ainsi qu'entre Montéglin et Upaïx (Hautes-Alpes), ces marnes contiennent des géodes à cristaux de quartz et *Card. cordatum*, analogues à celles qui ont été signalées depuis longtemps déjà au même niveau à Meylan (Isère). Un certain nombre de formes orientales du groupe de *Perisphinctes indogermanus* Waagen, *Per. rota* Waag. se font remarquer dans l'Oxfordien et dans le Callovien supérieur (à *Card. Lamberti*) des bassins du Buech et de la Durance. A Naux, près de St-Geniez, les marnes oxfordiennes (*Aspid. perarmatum*) sont très fossilifères et les Ammonites y sont recouvertes d'une patine de limonite.

Tout à fait au Sud, les marnes disparaissent ; aux environs d'Escragnolles et de Mons (Alpes-Maritimes), M. le Dr Guebhardt a découvert un *faciès glauconieux* de l'Oxfordien. Nous avons déterminé dans ses récoltes : *Phyll. protortisulcatum* Pompeckj, *Perisphinctes lucingensis* Favre, *Perisphinctes subrota* Choff., *Hibolites hastatus* d'Orb., des Spongiaires, etc., etc.

Enfin, aux Vans et à Joyeuse (1) (Ardèche), à Cazalet (Gard), à

(1) M. Gevrey possède dans sa collection de belles séries de cette localité. (*Pachyc. Lalandei*. *Cardioceras cordatum*, Brachiopodes nombreux (*Glossothyris*), etc.

Trept (Isère), à Chabrières (v. la liste de fossiles publiée par M. Haug., Ch. subalp. entre Gap et Digne, p. 102, 117), au Col St-Pierre et près du Roc de Castellane (Basses-Alpes), à Rians (Var) la partie supérieure de l'étage (à *Peltoceras transversarium*), présente un *type marno-grumeleux*, à fossiles calcaires très nombreux. Ce faciès, qui se retrouve avec une remarquable identité dans tous les points, cependant assez distants, que nous venons de citer, rappelle énormément les marnes à Spongiaires et les couches de Birmensdorf du Jura argovien, qui en sont, du reste, l'équivalent exact. *Pelt. transversarium* a été recueilli également dans le Trièves, par M. Pallud.

c). Rauracien.

Le Rauracien (50m) se présente sous la forme de marno-calcaires bien lités, de plus en plus compacts et épais à mesure qu'on s'élève dans la série.

A la base se rencontrent : *Ochetoceras canaliculatum*, *O. subclausum*, *Perisphinctes Tiziani*, *P. virgulatus* (1), *Phylloc. tortisulcatum*, *Neumayria Bachi* ; au milieu existe un niveau de Belemnites plates (*Bel. Dumortieri*, *Didayi*, *monsalvensis*) et *Bel. Gerardi* ; au sommet : *Peltoceras bimammatum*, *Perisphinctes Navillei*, *lucingensis*, *mosensis*, etc.

Ces derniers bancs sont rognonneux (2) et grumeleux près de Naux, au S.-O. de St-Geniez, où leur richesse en Céphalopodes est extrême.

La composition de cet étage présente peu de variations, on l'exploite pour la fabrication des ciments aux environs de Die (Pont-de-la-Roche), à Aspres-sur-Buech et dans l'Isère (Vif, St-Ismier, etc.), cependant, on peut remarquer qu'il est moins marneux vers le Sud (Chabrières, Col St-Pierre).

Dans la région d'Escragnolles, il devient dolomitique et parfois *coralligène*, à la Colle de Mons, par exemple, d'après nos observations et ainsi que le met en évidence la succession ci-jointe :

En descendant vers l'Aubarède, on constate l'existence d'un niveau coralligène inférieur aux calcaires de la zone à *Am. polyplocas* et supérieur aux bancs oxfordiens à *Perisph. Tiziani*. La succession est la suivante, de bas en haut :

1. Calcaire compact, jaunâtre, *Am. Tiziani* Opp.
2. *Calcaire saccharoïde coralligène.*

(1) M. Repelin a rencontré récemment cette espèce en Algérie à son *niveau habituel* (v. Thèse 1896).

(2) C'est la même structure que celle dont nous discuterons plus bas la signification dans le Tithonique et dans le Berriasien ; seulement, ici, les rognons, au lieu d'être soudés par un ciment calcaire, sont épars dans la marne.

3. Calcaire à pâte grenue, jaunâtre.
4. Calcaire bien stratifiés.
5. Calcaires sublithographiques, bien lités, fossilifères. — *Am. subfascicularis, Lothari, effrenatus, altenensis*, etc.
6. Calcaires compacts à Grandes Ammonites.
7. Calcaires compacts à cassure esquilleuse, d'un blanc jaunâtre, sans fossiles.
8. Calcaires à rognons de silex.
9. Calcaires blancs (Tithonique).

d) Séquanien.

Calcaires bien stratifiés, grisâtres ou brunâtres, légèrement marneux, plus durs dans les assises supérieures, contenant : *Aptychus latus*, *Perisphinctes Lothari* Opp., *triplex* Qu., *polyplocoides* Font., *lictor* Font., *Neumayria compsa* Opp., *Aspidoceras altenense, acanthicum*. Ils correspondent au Séquanien ; leur épaisseur est variable (20 à 50^{m}). La structure bréchiforme s'y montre en plusieurs points ainsi que des rognons de silex. Au point de vue lithologique, ces assises établissent une transition entre les précédentes et les calcaires plus massifs du Kiméridgien.

Les variations de cet étage (1) sont peu importantes et se traduisent par la couleur plus ou moins sombre des calcaires, par la présence (Miscou, Coll. de Cabre (Drôme), etc.), ou l'absence des silex et par la réduction ou l'épaississement des délits schisteux. Les fossiles y sont le plus souvent écrasés.

Le Séquanien est particulièrement bien développé et riche en fossiles à Lesdiguières, à Neuvillard (Hautes-Alpes) et à Montclus (Hautes-Alpes) ; cette dernière localité a fourni de nombreuses espèces et en particulier *Phyll. isotypum* Ben., *Aptychus latus* Qu., *Perisph. polyplocoides* Font., *Asp. bispinosum* Ziet. sp. ; quelques bivalves (*Inoceramus* sp.), et Gastropodes y apparaissent localement.

Aux portes de Sisteron, en remontant le Buech, on trouve *Perisphinctes lacertosus* Font., *Per.* aff. *danubiensis* Schlosser (in Choffat), dans cette assise qui offre là un type facile à étudier.

On trouvera plus loin la liste des nombreuses espèces que renferment ces bancs dans le Sud des Basses-Alpes (Canjuers) et dans la partie limitrophe des Alpes Maritimes (Colle de Mons), où dominent *Per. Lothari* Opp. et les formes voisines telles que *Per. subfascicularis* d'Orb., *Per. inconditus* Font., *Per. effrenatus* Font., accompagnés de curieux *Simoceras*, ainsi que de *Per. simoceroides*

(1) M. Paquier l'a décrit avec des caractères presque identiques à la Bastille, près de Grenoble (Ann. Ens. sup^{r} de Grenoble). — *Per. Lothari* se retrouve également en amont de Fourvoirie (Isère) accompagné de *Per. Championneti* Font.

Font., *Per. polyplocoides* Font., *Per. hypselocyclus*, *Neumayria Frotho* Opp. Dans cette zone méridionale, la teinte des calcaires est beaucoup plus claire ; leur pâte devient sublithographique et les lits schisteux tendent à disparaître.

e) Kiméridgien

Le Kiméridgien est représenté par de gros bancs de calcaires massifs, ruiniformes, grisâtres, souvent bréchiformes, à lits marno-grumeleux (*région du S. E.*). On y trouve : *Phylloc. polyolcum*, *Phylloceras Loryi* (*Silenum*), *Haploceras Stasyczi*, *Aspidoceras acanthicum*, *Asp. cyclotum*, *Hapl. elimatum*, *Perisphinctes ardescicus*, *Basilicæ*, *unicomptus*, *simoceroides*, *Doublieri*, *effrenatus*, *crusoliensis*, etc.

L'épaisseur de cet étage est d'environ 60 mètres. Comme le précédent, il peut contenir des rognons de silex disposés en cordons, mais ce caractère n'est pas constant. Les espèces les plus caractéristiques sont *Phyll. Loryi*, *Aspid. acanthicum* et des *Simoceras*.

La découverte faite par M. Paquier (1), de *Stephanoceras gravesiforme* Pavl. sp. espèce portlandienne dans cette assise à St-Pancrasse (Isère), montre que sa partie supérieure peut être mise en parallèle avec les dernières couches du Kiméridgien ou avec la base du Portlandien (Bononien), du bassin anglo-parisien.

M. Leenhardt a recueilli, à ce niveau, *Waagenia Beckeri* Neum. dans une excursion que nous eûmes le plaisir de faire avec lui, dans la cluse d'Establet (Drôme). La collection de la Sorbonne renferme d'autre part une série d'échantillons de *Waagenia Beckeri* provenant de Chasteuil (Basses Alpes) où cette espèce accompagne *Phyll. Loryi*, M.-Ch., *Perisph. geron*, etc. Au Pouzin (Ardèche), on trouve à ce niveau, *Waag. hybonota*, *Sim. Herbichi* v. H., *Per lacertosus* Font. *Hopl. Eudoxus* d'Orb. sp. (Coll. Gevrey). C'est probablement de ces couches que provient un magnifique exemplaire de *Simoceras torcalense* Kilian, recueilli par nous aux environs de Blieux. Cette forme caractérise en Andalousie les couches à *Am. acanthicus*. A Fourvoirie (Isère), on y a recueilli *Per. crusoliensis* Font., ainsi que *Per. stephanoides* Opp. avec une partie du test *irisé* (Coll. Faculté de Grenoble).

Les calcaires massifs représentent donc les couches à *Am. acanthicus* et *Waagenia Beckeri*, telles que les ont décrites MM. Neumayr, Favre et Fontannes dans d'autres parties de la province

(1) Paquier, *loc. cit.* Cette forme, rapprochée d'abord de *Steph. Irius* d'Orb., est identique à *Steph. gravesiforme* Pavl. sp.

méditerranéo-alpine. Ces couches sont à juste titre mises aussi en synchronisme du Kiméridgien à *Hoplites pseudomutabilis*; on trouve cette jolie forme à Crussol au-dessous des calcaires à *Opp. lithographica* et avec *Asp. acanthicum* : cette dernière est commune, du reste, au Séquanien supérieur et à la zone à *Waagenia Beckeri*. M. Gevrey possède une collection remarquable de cette faune, si riche dans l'Ardèche.

Pour la synonymie de *Phyll. Loryi* Mun.-Ch., dont le type (Coll. Sorbonne) provient du Mont Rachais, près Grenoble, v. le récent mémoire de M. Choffat (Faune jurass. du Portugal). Cet auteur donne la priorité au nom de *Silenus* créé par Fontannes.

Vers le Sud, ces calcaires disparaissent à partir de Castellane et il est probable qu'ils correspondent à Escragnolles, à la *première masse de calcaires blancs* (niveau de *Rhynch. trilobata*) qui est surmontée, d'après M. Guebhardt, par un horizon à *Exogyra virgula*.

f) Portlandien (Tithonique)

Au Portlandien correspond le Tithonique (50m), offrant, dans la Montagne de Lure, les divisions suivantes :

a. — Bancs très épais, bréchiforme, d'un gris foncé, *Pygope janitor*, *Phyll. semisulcatum* (*ptychoicum*), *Phyll. Calypso* (= *silesiacum*, = *berriasense*). *Perisphinctes geron*, *contiguus*, *senex*, *pseudo-colubrinus*.

b. — Calcaire sublithographique, café au lait clair, bien lité, *Hopl. Callisto*, *Pygloceras semisulcatum*.

c — Assises bréchiformes ou marno-grumeleuses à *Hoplites Chaperi*, *Privasensis*, *Callisto* (1) ; *Perisphinctes transitorius*, *Hoplites Dalmasi* (2), *Aptychus Beyrichi*.

Contrairement à divers auteurs qui comprennent sous la dénomination de Tithonique les calcaires massifs que nous venons de décrire et presque tout le Malm méditerranéen, nous réservons ce nom aux couches qui contiennent les deux faunes décrites par Oppel et Zittel dans les *Palaeontologische Mittheilungen* ; or, les assises qui contiennent ces faunes sont indiscutablement synchroniques du Portlandien ; le Tithonique supérieur est même l'équiva-

(1) Une espèce curieuse, *Perisphinctes Deeckei*, du niveau (a) a été décrite et figurée par nous (Montagne de Lure, p. 417, fig. 55-56). Nous avons également fait connaître, sous le nom de *Hoplites delphinensis*, une forme assez habituelle au niveau (c) (Kilian, Et. pal. terr. sec. et tert. d'Andalousie, p. 662, fig. 1).

(2) V. Montagne de Lure, fig. 57, p. 419 la description, révisée par nous, de cette espèce.

lent certain du Purbeck jurassien que l'on doit encore rattacher au Jurassique.

En dehors du facies récifal qui envahit l'étage, sous forme de *Calcaires blancs*, au Sud de Castellane et à l'Echaillon (Isère) (1), les modifications du Tithonique sont peu nombreuses; remarquons cependant qu'il présente des bancs de *brèches à débris coralligènes* au Chevallon (Isère), à St-Pancrasse (Isère), à Aizy (Isère) et à la Vigne Droguet près de Chambéry. Ces brèches sont dues au voisinage des récifs dont nous avons parlé plus haut; elles sont intercalées dans les calcaires sublithographiques (b).

Au Claps de Luc (Drôme), nous y avons observé des lits de brèches à Entroques. Une brèche semblable existe aussi à Charance près de Gap au niveau *c*.

A Montagnole (Savoie), on voit un faciès littoral se montrer tout à fait au sommet de cet étage sous forme de calcaires à débris d'huîtres, bivalves, Gastropodes avec quelques Ammonites (*Hoplites* cf. *rarefurcatus* Pictet, etc.).

Considérons d'abord le type vaseux à Céphalopodes (2).

Les couches inférieures, caractérisées surtout par *Perisphinctes geron* (3), *Phylloceras* (*Rhacophyllites*) *Loryi*, *Waagenia hybonota*, *Waagenia* sp., *Perisphinctes colubrinus*, sont largement représentés dans le Midi de la France. C'est dans les gros bancs foncés de cet horizon que se trouve principalement *Pygope janitor*.

D'après les fossiles que renferme la collection de la Sorbonne, ces couches existeraient à Lémenc (Savoie), à Chasteuil (Basses-Alpes), au Pouzin (Ardèche) (4), etc. Nous les avons observées nous-même dans

(1) La faune de l'Echaillon, dont une monographie est à souhaiter, contient, d'après les serres de la Faculté de Grenoble et la collection Gevrey, outre de nombreuses espèces de Bivalves et de Gastropodes dont nous ne parlons pas : *Lytoceras* sp. *Hoplites* cf. *rarefurcatus* Pict. *Perisphinctes* sp. *Belemnites semisulcatus* Münst., *Bel.* n. sp. (abondante), *Tereb. moravica* Glock., *Ter. semicincta* Douv., *Ter. Lamberti* Douv., *T. macra* Douv., *Zeilleria* (*Magellania*) *Egena* Bayle, *Z. cataphracta* Suess., *Dictyoth. Chaperi* Douv., *Terebratulina substriata* Schl. sp., *Rynch. Astieri* d'Orb., *Rh. pinguis* Roem., *Cidaris glandifera*, *Rhabdocidaris caprimontana* d'Orb.

(2) Il y a lieu d'insister sur le fait qu'à Crussol, le Tithonique véritable n'existe pas; le sommet de la série est formé, près du Château, par des calcaires roses à *Ter. janitor* renfermant encore *Opp. tenuilobata* avec *Opp. lithographica*; c'est le sommet de l'étage précédent.

(3) *Per. geron* est associé dans l'Ardèche, ainsi que l'a fort justement fait remarquer M. Toucas, avec *Perisph. contiguus* et *Gevreyi* Touc.

(4) M. Gevrey a réuni dans sa collection la faune de ce niveau qu'a du reste énumérée et publiée M. Toucas. On y remarque, outre les formes citées plus haut, *Per. Castroi* Choff., *Pholadomya Malbosi*, etc. Nous avons également remarqué une curieuse forme d'*Holcostephanus* du Pouzin, dans la coll. Gevrey.

une foule de localités, notamment au pont de St-Julien, près St-André (Basses-Alpes).

C'est probablement du Tithonique que proviennent des dents de *Lepidotus* que M. Primat, ingénieur des mines, nous a remis et qui ont été trouvées à la Montagne de Lépine (Hautes-Alpes). M Tardieu nous a procuré également un vomer de *Pycnodus* de ce niveau (Sisteron). M. Paquier en a recueilli de son côté.

Le niveau supérieur est bien développé à Jonchères (Drôme) et environs de Luc-en-Diois (Le Claps de Luc) sous la forme d'une sorte de conglomérat de nodules calcaires branchus et irréguliers et dans lesquels nous avons recueilli, en 1887, avec M. Leenhardt, et lors de plusieurs autres visites à ces localités :

Belemnites (*Duralia*) cf. *voironensis* Favre.
Aptychus Beyrichi Opp.
» *punctatus* Voltz. c. c.
Lytoceras Liebigi Opp.
» *Honnorati* d'Orb. (= municipale Zitt).
Phylloceras semisulcatum d'Orb. sp. (= *ptychoicum* Qu.).
» *inordinatum* Toucas.
» *Calypso* d'Orb. sp.
Perisphinctes pseudocolubrinus Kil. (= *colubrinus* Zitt.).
» *pouzinensis* Toucas.
» *Richteri* Opp. sp.
» *Lorioli* Zitt. (v. fig. in Kilian, Andalousie).
» *transitorius* Opp. sp.
» *eudichotomus* Zitt. sp.
Hoplites carpathicus Zitt. sp. (fig. in Kilian, Andalousie).
» *Chaperi* Pict. sp.
» n. sp.
Hoplites chomeracensis Toucas.
» *delphinensis* Kilian.
» *microcanthus* Opp. sp.
» cf. *rjasanensis* Lah. sp.
» *Callisto* d'Orb. sp.
» *Malbosi* Pict. sp.
» *privasensis* Pict. sp.
Peltoceras Cortazari Kil.
Pecten Euthymi Pict.
Terebratula biskiedensis Suess (Coll. Lamy).
» *Moutoni* d'Orb.
Rhynchonella Malbosi Pict.
Rhynchonella subsimilis Suess.
» *contracta* Pict.
» *sparsicosta* Opp.
» *Malbosi* Pict.
Collyrites Malbosi Pict. (Coll. Lamy).
Cidaris glandifera Golof.
Millericrinus sp.
Spongiaires (abondants).

C'est l'horizon d'Aizy et de la Vigne Droguet.

On retrouve cette même couche rognonneuse non loin du Pont-de-la-Roche, près de Die (*Hoplites Callisto*).

Le niveau du Claps-de-Luc et de la Boissière peut être bien étudié dans la localité des Combes, près Sisteron (Basses-Alpes), où il revêt également la faciès rognonneux ; on y trouve :

Belemnites (Duvalia) latus Bl.
» *Haugi* Kilian.
Aptychus punctatus Voltz.
» *Beyrichi* Zitt.
Phylloceras semisulcatum d'Orb., sp.
» *inordinatum* Toucas.
Haploceras tithonium Opp.
Holcostephanus pronus Zitt., sp. (Cette espèce n'est probablement que la forme non adulte de *Holc. narbonnensis* Pict.).
» *Grotei* Opp. var. (C'est la forme figurée par Pictet (Mélanges, Pl. 17, fig. 3-4, sous le nom d'*Astieri* et appelé *Holc. spitiensis* Blanf., par M. Pavlow), très commun.
» *Drumicus* Sayn.
Perisphinctes pseudocolubrinus n. sp. (= *P. colubrinus* Zittel, Kilian, Toucas, non Rein). M. Choffat a montré très judicieusement que l'*Am. colubrinus* de Reinecke appartient à un niveau inférieur du Malm et ne correspond pas à l'espèce tithonique à laquelle nous donnons, en conséquence, un nom nouveau.

Hoplites Aristidis Kilian (= *Hopl. Botellae* (Kil.) Toucas, non Kilian).
» *privasensis* Pictet, sp.
» *Callisto* d'Orb., sp.
Aucella carinata Par., sp.
Pholadomya Malbosi Pict.
Nucula, sp.
Terebratula biskiedensis Suess.
» *carpathica* Zitt.
Zeilleria Egena Bayle.
Glossothyris subcanalis Münst.
» *nucleata* Schloth.
Glossothyris (Pygope) diphyoides Pict. sp.
» *(Pygope) janitor* Pict sp.
Megerlea pectunculus Schl. sp.
Rhychonella contracta Pict.
» *sparsicosta* Suess.
» *subsimilis* Suess.
» *spoliata* Suess.
Metaporhinus transversus (Cat. sp.) Cott.
Holectypus orificiatus de Lor.
Collyrites carinata Desmoul.
Pseudodiadema sp.

Les gisements de l'Ardèche (La Boissière, Sabotas, etc.), renfermant une faune de Brachiopodes et le *Neaera Lorioli*, rappellent d'une façon frappante la faune des Combes, près Sisteron, qui appartient *exactement* au même niveau (Sommet du Tithonique).

Citons aussi : *Pygope janitor* Pict., de Montclus (Hautes-Alpes).

Le Thitonique supérieur offre également de bons gisements

près d'Establet (Drôme) (*Hopl. Callisto*) et à Neuvillard, près Veynes (Hautes-Alpes), où Jaubert y avait fait de belles récoltes de fossiles.

M. Gevrey possède dans sa collection une série de fossiles recueillis dans le Tithonique supérieur à *Hoplites Callisto*, etc., de la Boissières (Ardèche), notamment *Terebratula moravica* (1), *Cidaris glandifera, Rhabdocidaris caprimontana* (qui se retrouvent à l'Echaillon, collection Gevrey) et de petits *Diceras*, qui accentuent encore le synchronisme de cette assise avec les calcaires coralligènes de l'Echaillon, Ecragnolles, Rougon, etc. D'autre part, nous avons rencontré nous-même dans la brèche d'Aizy, à côté de *Hoplites privasensis* typique, le *Cidaris glandifera* ; — ainsi que l'indique la stratigraphie ; toutes ces assises sont donc synchroniques.

La succession paraît être identique (2) en Savoie, d'après les publications de MM. Hollande, Pillet (V. *Annuaire géologique universel*, t. IV et t. VII, p. 297 et suiv.; p. 341), Révil et d'après les séries du Musée de Chambéry que nous avons examinées ; elle paraît également se continuer jusque dans la Haute-Savoie (Cascade d'Arpenaz), où la série lithologique est la même mais où les fossiles sont rares. Dans une tournée effectuée en avril 1891, en compagnie de notre savant confrère, le professeur Renevier, dans le but spécial d'étudier cette question, et à laquelle prirent part un certain nombre de géologues, nous eûmes l'occasion de vérifier une fois de plus l'exactitude des subdivisions précédemment décrites et d'en faire constater la réalité.

Nous avons relevé la succession des assises du Jurassique supérieur, de faciès vaseux à Céphalopodes, dans les localités suivantes et reconnu que dans *tous ces points* elle présentait *sensiblement les mêmes caractères* (3) :

Col-St-Pierre, près de Castellane (Basses-Alpes) ; Route de St-Julien à Vergons (Basses-Alpes) ; Pont-de-Julien (Basses-Alpes) ; Cluse de Chabrières (Basses-Alpes); St-Geniez (Pas de l'Echelle) et Sisteron (Basses-Alpes); Mariaud et Feissal (Basses-Alpes); La Motte du Caire (Basses-Alpes) ; Mirabeau (Basses-Alpes) ; St-Jacques, près Barrême (Basses-Alpes) ; Les Dourbes (Basses-Alpes) ; Seynes (Basses-Alpes);

(1) A citer, de cette même localité et du même niveau, *Terebr. Tychaviensis*. Coll. Sayn.

(2) Voir les travaux récents de MM. V. Paquier, J. Révil, A. Gevrey, W. Kilian (énumérés plus bas, dans la liste bibliographique).

(3) En 1852 déjà, d'Orbigny citait, dans son *Cours élémentaire*, p. 523, les localités de Beauduin, Caussols, les Blaches, Sisteron, Rémuzat, etc., comme favorables à l'étude de l' « Oxfordien ».

Séderon (Drôme) ; Le Buis (Drôme) ; Les Pilles (Drôme) ; Establet (Drôme) ; Châtillon-en-Diois (Drôme) ; Jonchères (Drôme) ; Pont-de-la-Roche près Die (Drôme) ; Entre Beaurières et Valdrôme (Drôme) (*Apt. Beyrichi*, etc.) ; Col de Cabre (Drôme) ; Claps-de-Luc (Drôme) ; Charance et la Rochette, près Gap ; La Faurie (Hautes-Alpes) et Pont-la-Dame (Hautes-Alpes) ; Montclus (Hautes-Alpes) ; Clelles (Isère) ; Berrias, Le Pouzin et Vogué (Ardèche) ; Beaumugne et St-Julien-en-Beauchène (Hautes-Alpes) ; Les Saillants, près Vif (Isère) ; Comboire près Seyssins (Isère) ; Fourvoirie (Isère) ; Chevallon (Isère) ; Le Sappey (Isère) ; Aizy-sur-Noyarey (Isère) ; Mt-Jalla et Porte de France près Grenoble (Isère) ; La Flachère et Bellecombe (Isère) ; St-Pancrasse (Isère) ; Mont St-Michel près Challes (Savoie) ; St-Concors et Lémenc (Savoie) ; Cascade d'Arpenaz, près Cluses (Haute-Savoie) ; Environs de Thonon (Haute-Savoie). M. Haug (1) a retrouvé la même série d'assises dans le N.-E. des Alpes, à Seyne, Thoard, Courbons, Esparron, le Péouvé, etc.

La collection de la Sorbonne renferme une belle série d'espèces du Tithonique du Sud-Est de la France, que notre excellent ami, M. Haug, a soumis, il y a quelques années, à une revision complète. M. Haug a bien voulu nous communiquer la liste des espèces déterminées par lui et que nous avons en partie revues ensemble. Ces formes proviennent des localités citées plus haut, auxquelles il faut ajouter le Cheiron, Taulanne, Courchon (Basses Alpes), Die et Romeyer (Drôme). Châteauneuf, St-Julien-en-Beauchêne et les Auches (Hautes-Alpes). Tous les fossiles cités ci-dessous proviennent du Tithonique *de la région située à l'E. du Rhône* et montrent que cet étage est là aussi riche et aussi bien développé que dans l'Ardèche, dont les gisements n'ont pas été compris dans notre liste, M. Toucas les ayant fait connaître dans un récent mémoire.

Bel. latus Bl.
» *conicus* d'Orb. (*conophorus* Opp.)
» *Pilleti* Pict.
» *semisulcatus* Münst.
Aptychus punctatus Voltz.
» *Beyrichi* Opp.
» sp.
» *latus* Park.
Phyll. semisulcatum d'Orb., sp. (*ptychoicum* Qu.).
» *Calypso* d'Orb., sp. (= *silesiacum* Opp. sp.
Hapl. elimatum Opp., sp.
» *carachteis* Zjsn., sp.
» *tithonium* Opp., sp.
» *Stasyiczii* Zjsn., sp.
» *subelimatum* Font., sp.
Oppelia nugatoria Font., sp.
Lytoceras Liebigi Opp. (= *municipale* Opp.).
» *Honnorati* d'Otb.
» *Juilleti* d'Orb. (= *sutile*).
Aspidoceras iphicerum d'Orb., sp.
» *binodum* Opp.

(1) *Loc. cit.*

Aspidoceras cyclotum Opp.
» *longispinum* Sow., sp.
» *sesquinodosum* Font.
Perisphinctes transitorius Opp., sp.
» *eudichotomus* Zitt.
Perisphinctes geron Zitt. (commun).
» *Lemenci* Pillet, sp.
» *Lorioli* Zitt., sp.
» *Richteri* Opp., sp.
Hoplites privasensis Pict., sp.
» *rarefurcatus* Pict.
» *microcanthus* Opp., sp.
» *Chaperi* Pictet, sp.
» *Dalmasi* Pict., sp.
» *carpathicus* Zitt., sp.
Hoplites Callisto d'Orb. sp.
Lima berriasensis Pict.
Pecten, sp.
Inoceramus sp.
Terebratula tychaviensis Suess.
» *gratianopolitana* Pict.
Terebratulina substriata Schloth. sp.
Glossothyris (*Pygope*) *janitor* Pict.
Rhynchonella Hoheneggeri Suess.
» *spoliata* Suess.
» sp.
Acropeltis æquituberculata Ag. (Aizy).
Cidaris glandifera Goldf.
Hemicidaris sp.
Millericrinus sp.
Phyllocrinus patellaeformis Zitt.

Ajoutons à cette liste le genre *Diploconus* découvert récemment par M. Paquier près d'Orpierre et *Hoplites Torcapeli* Font. sp. des Alpes-Maritimes.

Les faunes tithoniques inférieure et supérieure n'ont pas été séparées dans cette énumération.

La vraie *Pygope diphya* est extrêmement rare dans le Midi de la France, cependant il en existe un exemplaire à la Faculté des sciences de Grenoble, donné par M. l'abbé Soulier, et provenant de la Drôme.

Dans la Haute-Provence, on remarque souvent des variations d'épaisseur considérable dans le Jurassique supérieur, mais ces variations semblent être en rapport avec les dislocations ; c'est ainsi que nous avons remarqué, avec M. Paquier, que l'augmentation d'épaisseur se produit généralement dans les synclinaux qui se trouvent pour ainsi dire « nourris », alors que les réductions coïncident habituellement avec des arêtes anticlinales très disloquées.

L'ensemble des trois zones citées plus haut se fait remarquer par l'abondance de certaines formes pour ainsi dire *banales*, telles que *Pygope janitor*, *P. triangulus*, *Phylloceras semisulcatum* (= *ptyhchoicum*), *Calypso* (= *berriasense* = *silesiacum*), *Lytoceras Honnorati* (= *municipale*), *Liebigi*, *Juilleti* (= *sutile*), *quadrisulcatum*, etc., communes, du reste, au *Tithonique*, au *Berriasien* et au *Néocomien* proprement dit.

Les deux faunes tithoniques à leur tour sont reliées entre elles par un grand nombre d'espèces communes dont la liste a été donnée

ailleurs (1). Le *Tithonique* inférieur est également rattaché à la zone à *Am. Loryi* et *acanthicus* par une série d'espèces.

Cette succession de faunes est donc établie d'une façon incontestable. On la suit avec une remarquable constance, des Alpes aux Cévennes, de Chambéry à Castellane et de Vergons (Basses-Alpes) au Chevallon (Isère).

Partout la série des assises est la suivante :

A. — Calcaires ruiniformes à *Phylloceras Loryi* (zone de *Waagenia Beckeri*), *Aspidoceras acanthicum*, *Simoceras*, etc. (Calcaire du château de Crussol, Calcaires massifs) (Kiméridgien).

B. — Pseudobrèche (2) massive en gros bancs, formant des « *beaumes* » caractéristiques et constituant, dans les « *barres* » jurassiques supérieures, une corniche saillante toujours facile à reconnaître. Cette assise épaisse de calcaires gris massifs et bréchiformes, identiques aux *marbres de Chomérac* dans l'Ardèche, qui occupent exactement le même niveau, et dont la faune a été caractérisée par nous dans nos dernières publications sur les Basses-Alpes et l'Andalousie (Localités : Pont-la-Dame près Veynes, Beaumugne, St-Julien, Sisteron, etc.), est le niveau du Diphyakalk (Rogoznik), ou *Tithonique inférieur*. On y voit surtout : *Pygope janitor*, *Perisphinctes geron*, *Perisph. contiguus*, *Periph. pseudocolubrinus*, *Neumayria compsa*, etc. Les *Hoplites* y sont encore rares.

C. — Calcaires blancs lithographiques avec bancs bréchiformes, à faune de Stramberg, renfermant déjà quelques espèces considérées comme berriasiennes. Les formes les plus caractéristiques sont entre autres : *Hoplites Dalmasi* Pit., *Hoplites delphinensis* Kilian, *Hoplites Callisto* d'Orb. sp., *Hop. privasensis* Pictet, sp., *Hop. Chaperi* (3) Pict. sp., *Hop. microcanthus* Opp. sp., *Hop. Oppeli*

(1) Consulter à ce sujet, outre la description géologique de la Montagne de Lure : W. Kilian, Articles divers : *in* Annuaire géologique universel, tomes I à VIII ; Travaux du Laboratoire de la Faculté des Sciences de Grenoble (Vol. 1).

(2) Voir la définition que nous en avons donnée (1888. Description de la Montagne de Lure, p. 145).

(3) Outre quelques espèces inédites, ainsi que *Phyll. polyolcum* Ben., *Perisph. senex* Opp., sp., *Hoplites abscissus* Opp., sp., *H. incompositus* Ret., sp , *H. subchaperi* Ret , il existe à Aizy, un certain nombre de formes nouvelles, voisines de *Hoplites Chaperi* (Coll. Gevrey). Ce groupe a besoin d'être révisé : les beaux documents qu'a réunis à Aizy M. Gevrey permettent de s'assurer qu'un certain nom-

Kil., *Holcostephanus pronus* Opp. sp., *Perisphinctes transitorius* Opp. sp. (type), *Perisp. Richteri* Opp. sp., qui ont ici leur principal développement. *Hoplites rarefurcatus* Pict. sp. y existe aussi. Cette espèce se trouve à la fois au Chevallon (Coll. Kilian), à Aizy (Coll. Kilian et Gevrey), à l'Echaillon (Coll. Gevrey) et à Montagnole (Savoie), dans le faciès littoral.

Holc. Negreli figuré par M. Toucas n'appartient pas à cette espèce.

Cette assise se présente d'ordinaire sous la forme de calcaires sublithographiques peu fossilifères, de teinte généralement très claire (blanchâtre ou café au lait) à *Perisphinctes transitorius*, *Hoplites Callisto*, *Pygope janitor*, etc. On y voit s'intercaler à Aizy et au Chevallon, près de Voreppe, *de petites lentilles coralligènes*, à *Cid. glandifera* dont on retrouve la trace dans la coupe de Saint-Pancrasse et à la montagne du Saint-Eynard (Isère) (1). C'est l'*Ardescien* de M. Toucas ; ce sont aussi les calcaires lithographiques d'Aizy (de Ch. Lory), dont M. Gevrey a fait connaître la remarquable faune.

Il est très important de signaler l'existence, dans cette assise, de **Hoplites rjasanensis** Lahus (Nikitin, Vest., faune Crét., Pl. I, fig. 3), forme volgienne que M. Gevrey a recueille à Chomerac (Ardèche).

Les variations individuelles sont donc nombreuses ; les tubercules caractéristiques de *Hopl. Chaperi*, par exemple, apparaissent à un diamètre différent, suivant les échantillons ; de plus, des formes jeunes se rapprochant tantôt de *Hopl. Callisto*, tantôt de *Hopl. privasensis* et déterminés comme tels par les auteurs, convergent dans l'adulte vers la forme *Chaperi*.

Hopl. Boissieri Pict. est une forme distincte de *H. abscissus* Opp. sp.

Hopl. Dalmasi Pict. est, dans le jeune âge, voisin de *H. occitanicus* Pict. et *abscissus* Zitt.

Sur Aizy, voir les publications de Coquand, Hébert, Ch. Lory, Pictet (Liste bibliogr. plus bas).

V. les figures de *Hopl. Dalmasi* in Kilian, Lure, p. 421 et in Toucas (Tith. de l'Ardèche).

bre de formes identiques dans les tours internes, se différencient avec l'âge ; c'est le cas pour les formes appelées *H. privasensis* et *H. Callisto*, dont les adultes présentent parfois les tubercules de *Hopl. Chaperi*, tandis que d'autres demeurent semblables au type.

D'autre part, on voit des tours internes assez différents et que l'on déterminerait *H. Callisto*, *H. Callistoides*, *H. Oppeli*, converger dans l'adulte, vers la forme *Chaperi*. Plusieurs de ses formes ont les tours internes très voisins de ceux qui ont été dans les marnes à Ammonites ferrugineuses, rapportés à d'autres espèces (*H. pexiptychus* (*Roubaudi*), etc).

(1) Voir le mémoire de M. Paquier déjà cité.

M. Toucas considère *Hopl. delphinensis* comme une variété de *Hopl. Callisto*, Nous ne pouvons admettre cette interprétation. *H. delphinensis* est une espèce distincte, bien caractérisée et très constante.

Des tableaux des deux faunes tithoniques ont été publiés par M. Toucas pour l'Ardèche, mais les recherches de M. Gevrey ont fait connaître un certain nombre d'espèces qui n'ont pas été citées dans ce travail.

C'. — Pseudobrèche et couches rognoneuses, souvent marno-calcaires, très fossilifères : *Hoplites Callisto* (1), *Hop. privasensis*, *Hop. Chaperi*, *Hop. Tarini* (= *Ammonites Mimouna* Pomel), *Hopl. delphinensis*, *Hopl. Dalmasi* : avec *Holcostephanus pronus*, *Terebratula moravica*, *Cidaris glandifera*, *Rhabdocidaris caprimontana*, *Neuera Lorioli*, *Aucella carinata*, etc. Cette couche a été, ainsi que la précédente et comme nous l'avons fait remarquer dès 1888, souvent confondue avec le véritable *Berriasien*. Sa faune, facile à étudier au Claps-de-Luc (Drôme) (v. plus haut), à Valdrôme (*Ter. Euthymi*, *Hopl. Grasi*, *Hopl. privasensis*, *Apt. Beyrichi*, etc.), aux Combes près Sisteron (v. plus haut), à la Boissière (Ardèche) (beaucoup de formes nouvelles et curieuses, en particulier : *Duvalia Mayeri* Gill. sp., *Phylloc.* n. sp. aff. *geminum* Opp. sp., *Phyll. inordinatum* Touc. à bourrelets groupés par 3 et 5 ; *Hoplites* cf. *pexiptychus*, *Hopl. Andreaei* Kil. de la coll. Gevrey), se retrouve partout avec les mêmes éléments, *c'est l'une des moins variables que l'on connaisse*. A Aizy-sur-Noyarey, cette assise bréchiforme (brèche d'Aizy) couronnant les calcaires sublithographiques, renferme toute la faune décrite par M. Toucas, dans les couches de la Boissière, ainsi qu'une série d'*Ammonites* du groupe de *Hoplites Chaperi*, dont l'étude jettera une vive lumière sur l'évolution de ces intéressantes espèces qui aboutissent à des formes adultes tuberculées alors que leurs tours internes ne se distinguent qu'avec peine de *Hoplites Callisto*. Ces *Céphalopodes* sont mêlés à des débris coralligènes et à *Pseudocidaris crenularis* Gauth., *Cidaris glandifera* Gold., *Apiocrinus* sp., *Glossoth. subcanalis* Suess, *Zeilleria Egena* Bayle (Coll. Gevrey), provenant sans doute du récif voisin de l'Echaillon. Lory y a signalé *Cid. coronata* Gold. On la retrouve bien reconnaissable au Chevallon et à Saint-Pancrasse, toujours aussi distincte des assises à *Hoplites Boissieri*, *Hoplites Malbosi*, etc., *avec lesquelles il est impossible de la confondre*.

(1) Le type de cette espèce provient des environs de Chambéry.

Elle existe encore avec *Hopl. Callisto*, *Phyll. Kochi*, *Hopl. Stasyczii* au Champ des Peupliers près Chambéry.

Ce *Tithonique supérieur* correspond dans l'Ardèche à la partie inférieure de ce qu'on a souvent appelé les couches de Berrias. Il est néanmoins constamment (Claps-de-Luc, la Faurie, Curel, Valdrôme, Aizy, Berrias, Chomérac, le Chevallon, Séderon, Saint-Julien-en-Beauchêne, etc.), et nettement recouvert par le *Berriasien* proprement dit (v. plus bas).

Dans les Alpes-Maritimes, dans le Sud des Basses-Alpes, dans les Bouches-du-Rhône, l'Hérault (1), etc., le Tithonique est représenté par des assises puissantes de *Calcaires blancs coralligènes*, au-dessous desquels le Dr Guebhardt a découvert, près de St-Vallier, des couches à *Exogyra virgula* (2). Dans le N.-O. des Basses-Alpes, la succession des dépôts est continue et telle que nous venons de la décrire ; l'absence des calcaires coralligènes n'implique en aucune façon l'existence d'une lacune stratigraphique. C'est du reste très probablement à ces masses de calcaires blancs qu'il convient de rattacher les calcaires coralligènes à Chamacées, Nérinées, etc., de Costebelle et du Chapeau-de-Gendarme, près de Barcelonnette, qui passent, près de Méolans, au calcaire bréchoïde de Guillestre.

Le contraste de ces deux faciès a été depuis longtemps saisi et très bien mis en lumière par Duval-Jouve.

M. Collot a tracé la limite de ce faciès récifal en Provence (*B. S. G. F.*, 3e série, t. XIX, p. 553). Nous avons eu l'occasion d'en pré-

(1) Menton, Rougon, Moustiers-Ste-Marie, la Lagne, Gréoulx (Basses-Alpes), La Cloche et la Nerthe (Bouches-du-Rhône), Escragnolles (Alpes-Maritimes), Bois-de-Mounié (Hérault), la Sérane (Gard), environs de Barcelonnette (Basses-Alpes), l'Argentera et Tende (Italie), Echaillon (Isère), Salève (Haute-Savoie), Wimmis, Axenstrasse, Mürtschenstock (Suisse), Algérie, etc. Ces calcaires de la Nerthe et de la Cloche ont été étudiés par Coquand, Matheron, Ed. Hébert. En ce qui concerne les « Calcaires blancs » des Cévennes, on consultera les travaux d'Hébert, Emilien Dumas, Coquand et Boutin, Jeanjean.

Nous ne parlons pas ici de la faune de ces calcaires blancs quoique, pour les régions du Midi de la France, elle soit encore assez mal connue ; M. Guebhardt a bien voulu nous soumettre une série d'espèces recueillies dans cette formation, près de St-Vallier (Alpes-Maritimes) : nous citerons : *Rhynch. Astierana* et autres Brachiopodes, *Itieria Cabaneti*, *Nerinea*, *Pachyrisma* sp., *Cidaris glandifera*, *Rhabdocidaris caprimontana*, *Pygurus* sp. et nombreux Polypiers.

(2) *Exogyra virgula* avait été citée par d'Orbigny (*Cours élém.*, p. 554) comme se rencontrant entre Brignoles et Cuers (Var), mais jusqu'à la récente découverte du Dr Guebhardt, cette citation était demeurée isolée et, aux yeux de beaucoup, douteuse. M. Potier avait également rencontré ce fossile dans les Alpes-Maritimes.

ciser le contour entre le Var et St-Jurs, au Sud de Barrême (Basses-Alpes) (*B. S. G. F.*, 16 mars 1891).

A l'Est, dans les chaînes alpines et dans le Briançonnais, et à partir de la crête de Piolit au N.-E. de Gap, le Jurassique supérieur affecte un faciès tout particulier : la structure amygdalaire et rognonneuse se généralise et la roche prend une teinte lie-de-vin caractéristique. C'est le type bien connu des *Marbres de Guillestre*. Les fossiles y sont rares cependant M. Goret a recueilli au-dessus de Chorges, quelques Ammonites déposées dans les collections de la Faculté des Sciences de Grenoble et dont voici la liste :

Lytoceras, sp.	*Phylloceras Calypso* d'Orb., sp.
Perisphinctes, sp.	» *serum* Opp., sp.
Haploceras carachteis Zeusch, sp.	*Waagenia hybonota* Opp. sp.

Nous avons énuméré ailleurs (1) les localités où il nous a été possible de découvrir des affleurements de cette assise et nous l'avons en particulier décrite au Grand-Galibier, c'est-à-dire au N.-E. du Massif du Pelvoux. Elle existe également à la Montagne de Montbrison, près de Vallouise (*Duvalia*, sp., *Perisphinctes*, sp., *Aptychus punctatus* Voltz, Polypiers), au Serre-Chevalier (*Aptychus Beyrichi*); dans la Haute-Ubaye. Nous l'avons trouvée récemment au Grand-Aréa, à l'E. de la Guisane, toujours riche en *Duvalia* du groupe de *D. lata*.

Il est intéressant de voir comment ces marbres de Guillestre passent latéralement à des formations récifales, près de Méolans, dans les Basses-Alpes orientales. Les calcaires coralligènes du Jurassique supérieur, succinctement signalés par M. Goret (2) dans cette contrée, atteignent, en effet, aux environs de Barcelonnette, un développement remarquable et viennent se relier, d'une part, aux affleurements de même nature décrits par M. Portis, près du col de l'Argentière, et, de l'autre, aux calcaires bréchoïdes de la Haute-Ubaye, de Morgon, de Chorges et de Guillestre, auxquels ils passent latéralement près de Méolans. Ces masses, d'une teinte blanche ou grisâtre (3), constituent l'ossature des massifs très tourmentés du Chapeau du Gendarme (altitude 2.506^{m}) et du Pain-de-Sucre (2.563^{m}) ; elles réapparaissent dans le massif des Siolanes où els forment à Costebelle (altitude 2.182^{m}) au Sud-Ouest du hameau

(1) *B. S. G. F.*, 3e série. t. XIX, 1892,

(2) B. S. G. F., 3e série, t. XV, p. 547.

(3) Nous avons fait tailler des plaques minces de ces calcaires qui, au microscope, se montrent pétris de Foraminifères milliolidés.

de La Maure, des entassements ruiniformes. Ces calcaires se montrent là pétris de Polypiers, très riches en fossiles [*Perisphinctes*, *Hapl. Stasyczii*, *Nérinées*, *Diceras* (abondants en sections caractéristiques), *Cidaris* sp., *Cidaris* du groupe de *glandifera* (*Radioles*), *Rhabdocidaris Apiocrinus*, etc.] et peuvent être qualifiés, en certains points, de véritables *calcaires construits*. Plus à l'Ouest, on les voit dessiner un pli couché dans les montagnes de la rive droite de l'Ubaye, en face du Martinet. Non loin de Méolans, sur la route de Prunières, ces mêmes calcaires construits forment des masses (Radioles de *Cidaris* cf. *glandifera*) dépourvues de stratification, qui passent insensiblement à une roche bréchiforme, très dure, constituée par des noyaux calcaires que relie un ciment marneux de couleur rouge ou verdâtre, rempli, par places, de cristaux de pyrite. Au voisinage immédiat des masses coralligènes, dans lesquelles elle envoie des ramifications, la brèche présente comme éléments des fragments de calcaire construit, de calcaire à entroques, etc. ; plus loin, les noyaux sont compacts et l'on se trouve alors en présence d'une roche identique à celle que Lory a désignée, dans la vallée de la Durance, sous le nom de *calcaire de Guillestre*.

Les affleurements coralligènes de Méolans passent donc à une bande détritique constituée d'éléments arrachés à l'édifice madréporique et semblable à la ceinture de débris qu'offrent les parties marginales extérieures, battues par les flots, des récifs coralliens actuels. A l'époque du Jurassique supérieur, il existait par conséquent, à l'emplacement des montagnes de l'Ubaye (1), une série de récifs coralligènes. Ce fait permit de conclure à la présence de bas-fonds dans cette partie de la mer oolithique et nous semble de nature à prouver que les massifs cristallins adjacents étaient à ce moment, sinon émergés, du moins nettement indiqués par le relief sous-marin.

Cette observation s'accorde très bien avec l'existence de brèches hétérogènes à la base du calcaire du Grand Galibier et avec la *transgression* des dépôts du Malm sur le Trias en plusieurs points du Briançonnais.

En résumé, l'on voit qu'il est possible (v. Planche XI) de rattacher, par des passages, les assises à faciès vaseux subpélagique à Ammonites du Malm delphino-provençal :

(1) Les calcaires blancs dont nous parlons font partie, il est vrai, de lambeaux de recouvrement, mais la racine des plis couchés dont ils font partie n'est certainement pas très lointaine et ne doit pas, en tous cas, être cherchée à l'Est de la zone de Flysch de St-Paul-sur-Ubaye.

a). Aux faciès récifaux synchroniques du N.-O. et du S.-O., par l'intermédiaire des brèches d'Aizy, de la Vigne Droguet, etc.

b). Aux faciès littoraux, par le calcaire de Montagnole à faune portlandienne qui passe au Tithonique supérieur ; et aux faciès lagunaire et d'eau douce (Purbeck), par les alternances du Tithonique supérieur et des bancs lacustres de la Cluse de Chailles.

c). Enfin, dans la région alpine, nous voyons s'accentuer un faciès spécial de *pseudobrèches* et de calcaires amygdalaires généralement colorés en rouge et rappelant vivement l'*Ammonitico rosso* des Alpes italiennes.

Ce type présente à son tour, vers le Sud-Est (Ubaye, Argentera, Alpes-Maritimes italiennes (1), etc.), un équivalent récifal décrit par MM. Portis, Franchi et Di Stefano et dans lequel on a signalé l'existence du genre *Ellipsactinia*, constatation dont M. Haug (loc.) a fait ressortir en 1891 tout l'intérêt.

La découverte de l'*Exogyra virgula* dans les Alpes-Maritimes, faite par le docteur Guébhardt, permet en outre de fixer la position des calcaires blancs récifaux par rapport au Kimméridien littoral.

Intercalations grumeleuses et bréchiformes (2)

Lorsqu'on étudie avec soin les assises tithoniques que nous venons de décrire, on remarque des *intercalations bréchiformes*, qui disparaissent graduellement au sommet des couches à *Hopl. Callisto*, mais qui en plusieurs points, persistent jusqu'à la partie supérieure de l'étage suivant (Berriasien).

Plusieurs auteurs, en particulier M. Leenhardt (3), ont vu récemmentdans ces formations d'un aspect très particulier, des niveaux détritiques à *fossiles remaniés*. On devine l'importance que peut avoir pour la connaissance exacte des faunes tithonique et berria-

(1) Outre le mémoire de M. *Portis* sur les environs de l'Argentière, consulter : *Di Stefano*, Nota preliminare sui fossili titonici dei dintorni di Triora nelle Alpi Marittime (Boll. R. Com. Geol. 1891, 4) et *S. Franchi* : Contribuzione allo studio del titonico e delle Cretaceo nelle Alpi Marittime italiane (id. 1894).

(2) Nous avons discuté cette question page 134 et page 137 de la description géologique de la Montagne de Lure.

(3) Cependant, en 1883, M. Leenhardt lui-même s'exprimait, en décrivant d'une façon remarquable ces formations dans son « Etude sur le Mont-Ventoux », très nettement en faveur de la *continuité* de sédimentation et contre l'hypothèse de remaniements postérieurs à la consolidation des couches, pour expliquer ces singulières intercalations.

sienne, l'interprétation de ces assises bréchiformes. Nous allons essayer de montrer quelle est leur véritable nature.

M. Toucas s'est basé sur la faune de ces intercalations et sur leur existence au milieu de bancs considérés par lui comme berriasiens pour admettre le synchronisme de la faune de Stramberg et de celle de Berrias dont il a tenté de démontrer l'identité. M. Toucas admet, en effet, pour ce qui concerne les formations bréchiformes de l'Ardèche, qu'il s'agit de rognons formés *sur place* et non de *brèches* au sens usuel du mot. Il ne s'est du reste pas expliqué sur la façon dont il concevait la localisation de certaines espèces dans les bancs noduleux ; mais il a montré que très souvent ces mêmes formes existaient dans les assises marno-calcaires qui les séparent. Des failles méconnues par notre confrère lui avaient, du reste, fait multiplier à tort, près de Chomerac, par exemple, les récurrences de lits rognonneux et bréchiformes.

En Suisse, MM. Favre et Gilliéron ont mentionné dans le Berriasien des blocs calcaires remaniés, mais cette observation semble se rapporter à des faits très localisés qui n'ont, du reste, rien de comparable à ceux dont il s'agit ici.

Tout d'abord il est facile de constater que, dans toutes ces soi-disant brèches, tous les éléments qui diffèrent du ciment sont *semblables entre eux*. On y chercherait vainement un seul fragment différant sensiblement des autres.

De plus, au Claps de Luc dans le Diois (Pont de la Roche) et en plusieurs autres points de la région delphino-provençale, on peut voir le ciment devenir tendre ; les rognons se dégagent de la pâte et montrent alors des formes *branchues* écartant l'idée d'un charriage lointain. A nos yeux, ces formations qui se retrouvent à plusieurs niveaux du Jurassique et du Crétacé, ne sont pas de véritables brèches ; elles sont dues à un *processus de sédimentation*.

M. Collot a observé dans ces couches bréchoïdes que le calcaire des rognons a une pâte dure lithographique avec une teinte gris sombre, bien différente de celle du ciment qui est blanc, crayeux et marneux.

M. Haug (1) a fait remarquer qu'il a observé dans les couches supérieures de l'*Aptien* inférieur, près du Vieux-Noyers (Basses-Alpes), un gros silex zoné dont les zones étaient obliques à la strati-

(1) Dans sa thè (p. 103), M. Haug admet notre manière d'expliquer par un *processus* de sédimentation, l'origine de ces pseudo-brèches si répandues dans les Alpes, en Andalousie et dans plusieurs autres régions.

fication, ce qui indique manifestement un charriage et que plusieurs membres de la Société géologique ont remarqué l'analogie de cette formation bréchiforme aptienne avec celle du Tithonique supérieur et du Berriasien.

M. Sayn a rappelé qu'au Claps de Luc, il n'y a que peu de fossiles pouvant passer pour remaniés dans les bancs rognonneux du Tithonique supérieur.

M. Léenhardt, de son côté, a élevé des doutes sur l'explication que nous avons donnée de la genèse de ces couches rognonneuses ; il les considère comme le produit d'un *remaniement* d'assises plus anciennes et allègue notamment, à l'appui de sa thèse, l'*altération* des fossiles qui sont souvent même fragmentés. Il cite aussi comme démonstrative la présence, dans ces dépôts, de silex très évidemment remaniés et également cassés, à Chardavon où le Tithonique sous-jacent est précisément riche en silex. M. Léenhardt (1) dit aussi avoir reconnu des espèces tithoniques dans des lits rognonneux de ce genre au milieu et à différents niveaux du Berriasien, même dans sa partie la plus élevée. D'après le même auteur, ces intercalations n'auraient été reconnues que sur le bord de grands anticlinaux. Il conclut que ces bancs renferment des éléments remaniés empruntés aux couches tithoniques avec lesquelles elles paraissent d'ailleurs parfaitement concordantes.

Sans nous arrêter à ce que peut avoir d'incompréhensible la tendance à voir dans une assise le produit du remaniement de couches qui *existent* encore, et en concordance de stratification, dans le substratum du dépôt considéré et sur le danger qu'il y a de tirer un argument de la nature de ce substratum pour en faire provenir les éléments de l'assise remaniée, nous ferons remarquer qu'il importerait d'être avant tout bien fixé sur l'existence, dans ces couches grumeleuses, d'espèces *réellement distinctes* de celles qui remplissent les bancs dans lesquelles elles sont intercalées. Or, dans les bancs non rognonneux et marno-calcaires, les Ammonites sont généralement *écrasées* et de plus grande taille, ce qui suffit déjà à les rendre difficilement reconnaissables, ainsi qu'il est facile de s'en convaincre par l'examen des séries de la Coll. Gevrey, par exemple. Nous avons eu entre les mains des Ammonites *pyriteuses* recueillies par M. Nolan dans le Tithonique des Baléares, et leur examen nous a montré une fois de plus combien le mode de conservation modifiait l'aspect général des *Hoplites* ; il est parfai-

(1) Bull. Serv. Carte géologique de France, N° 38, p. 123.

tement admissible que les Ammonites calcaires, non aplaties et un peu corrodées des couches rognonneuses, puissent, au premier abord, sembler différentes des mêmes formes qui se rencontrent dans aplaties les bancs intermédiaires. (M. Sayn a retrouvé plusieurs espèces tithoniques jusque dans le Valanginien à fossiles pyriteux). Nous pourrions, pour notre part, citer un *très grand nombre* d'espèces communes *aux deux* sortes d'assises, notamment *Hoplites Dalmasi*, *H. Callisto*, *H. privasensis*, et tant d'autres! Cette question exigerait des recherches minutieuses et spéciales qui, jusqu'à présent, ne semblent pas avoir été faites et qu'il serait désirable de voir entreprises le plus tôt possible. Nous n'avons jamais, pour notre part, dans les nombreuses localités étudiées (v. leur liste, p. 678, 679, 681) par nous, constaté la différence de faune dont parle notre confrère ; il nous permettra donc de n'admettre l'existence de cette différence que *sous toutes réserves et à titre purement exceptionnel.*

Les observations de M. Leenhardt sont d'un grand intérêt. L'hypothèse du remaniement qu'il semble adopter supposerait, en effet, l'existence de puissantes formations tithoniques dont les dépôts actuellement existants ne représenteraient qu'un reste épargné par des remaniements successifs.

Il y a lieu de remarquer que : 1° L'altération des fossiles, localisée généralement sur une de leurs faces et leur fragmentation apparente peuvent provenir d'un simple processus de sédimentation, sans qu'il y ait eu remaniement, ni même agitation des eaux. Dans les Alpes orientales (1), on a cité dans le Lias, des faits identiques, sans admettre pour cela ni remaniement, ni charriage, mais en invoquant simplement une sédimentation lente et une dissolution du test plus rapide sur la face non enfouie du fossile.

2° La présence de fragments de silex dans nos couches grumeleuses ne peut s'expliquer que par un charriage de ces silex. Mais leur existence, en somme très localisée et rare, n'autorise pas à admettre le remaniement pour les rognons calcaires *branchus* et tous semblables, ni pour les fossiles qui les accompagnent. M. Haug cite, du reste, des silex carrés dans l'Aptien, de Noyers, pour lequel il n'y a pas lieu d'admettre une origine différente de celle des dépôts calcaires normaux.

3° Nous croyons inexact de dire que ces intercalations n'existent

(1) M. Waehner (Aus der Urzeit unsrer Kalkalpen. Zeitschr. d. deutsch-oesterr. Alpenvereins, t. XXII, 1891) en particulier, a étudié en détails la formation des dépôts calcaires à moules d'Ammonites corrodées du Jurassique et du Trias alpin.

que sur le bord de grands anticlinaux. Les couches rognonneuses, pseudobréchoïdes du Tithonique supérieur se rencontrent sur presque tous les points où nous avons étudié cet étage dans les Basses-Alpes, dans la Drôme et dans la partie N. des Hautes-Alpes. Leur extension horizontale est *très grande* et *ne peut être coordonnée aux axes des plis.*

Quoi qu'il en soit des intercalations discutées par M. Leenhardt, nous pouvons affirmer, en nous basant sur l'examen détaillé de plus de 30 coupes relevées dans les chaînes subalpines, qu'il existe *d'une façon constante*, au sommet du Tithonique supérieur, un banc rognonneux, caractérisé par un ensemble d'espèces, toujours les mêmes, constituant une faune définie, celle dont nous avons cité plus haut les éléments au Claps-de-Luc (Drôme), aux Combes de Sisteron et à la Boissière (Ardèche). Cette faune, considérée au point de vue de l'évolution, est bien à sa place et ne peut être considérée comme plus ancienne que celle des bancs immédiatement sousjacents à laquelle, du reste, la relient un grand nombre d'espèces communes.

Ajoutons que si l'on considérait ces bancs rognonneux comme résultant d'un charriage, d'un remaniement, et par conséquent, d'un démantèlement de couches préexistantes, il faudrait admettre nécessairement :

1° Que ces phénomènes se sont reproduits périodiquement un grand nombre de fois depuis l'époque oxfordienne. La structure rognonneuse se rencontre en effet, absolument identique à ce qu'elle est dans les couches à *Ammonites Boissieri*, dans l'Oxfordien supérieur de Chabrières (Basses-Alpes) et surtout dans celui des Vans (Ardèche); dans ces localités, les rognons épars dans la marne ne sont pas soudés entre eux. Mais au col St-Pierre, près de Taulanne, on peut voir ces mêmes couches argoviennes sous la forme de calcaires gris auxquels la présence de ces rognons donne sur la cassure une apparence bréchoïde absolument semblable à celle qui se reproduit dans le Séquanien, dans le Kimméridien et surtout dans le Tithonique (1).

2° Que ces phénomènes se sont produits simultanément sur une étendue de terrain considérable et ont eu une extension géographique invraisemblable ; on retrouve en effet certains de ces niveaux rognonneux (pseudo-brèches) comme celui du Tithonique inférieur

(1) Nous avons examiné au microscope des rognons provenant du Tithonique de Vogué (Ardèche) et y avons découvert, au milieu d'une pâte très fine, de nombreux Radiolaires.

et celui du Tithonique supérieur (niveau de Claps de Luc) avec une constance remarquable depuis l'Ardèche méridionale (Le Pouzin), jusqu'en Savoie (environs de Chambéry), d'une part, et de l'autre, jusque dans le Sud des Basses-Alpes. Ils existent en Andalousie (Loja, Cabrac, etc.), dans les Alpes suisses, orientales en Algérie; etc.

Il est très important de noter également qu'il n'est pas rare de rencontrer à plusieurs niveaux, dans les Calcaires de Berrias de la Montagne de Lure, des intercalations bréchoïdes analogues à celles que nous avons signalées dans les dépôts immédiatement plus anciens. Ici, cette structure particulière, assez accentuée dans les bancs inférieurs, finit par s'atténuer et bientôt par se réduire à un aspect rognonneux des calcaires marneux. Ceux-ci se délitent alors en *gros nodules*, sorte d'ovoïdes, un peu plus durs que le reste de la roche, dont aucun autre caractère ne les distingue, et présentant une structure concentrique très nette. Nous assistons donc ici à la *disparition graduelle de ce faciès* bréchoïde qui avait atteint au niveau de l'*Am. transitorius* son maximum de développement. On voit que d'une roche franchement bréchoïde, nous avons passé à un simple calcaire rognonneux.

Nous insistons sur ce fait parce qu'il constitue, à notre avis, une *preuve importante* en faveur de l'opinion que nous avons énoncée à propos des pseudobrèches et des lits grumeleux ou rognonneux du Jurassique supérieur et d'après laquelle ces singulières formations, loin d'être un dépôt de charriage, se seraient formées à peu près sur place et devraient être ramenées à un simple processus de sédimentation.

Les bancs bréchiformes se présentent à plusieurs niveaux dans la moitié inférieure de l'assise de Berrias ; ils font complètement défaut pour ce qui concerne la région de Lure, dans les strates tout à fait supérieures.

Nous nous appuyons donc :

a) sur l'usure également prononcée des formes anciennes et des espèces à cachet plus récent.

b) sur la nature particulière de cette brèche qui semble plutôt une association de rognons qu'un conglomérat détritique.

c) sur les exemplesnombreux de roches analogues dans des assises manifestement en place et exemptes de tout remaniement (Couches à *Am. polyplocus*, calcaires de Berrias, etc.).

pour admettre le mélange originaire des espèces dans cette couche et ne voir dans la nature noduleuse du dépôt qu'un phéno-

mène de sédimentation et non l'indice de remaniements successifs.

On ne peut être que confirmé dans cette opinion (1) par le fait que les formations bréchoïdes assez limitées à l'Ouest (Ventoux, environs de Séderon) s'accentuent à mesure que l'on se rapproche des chaînes cristallines des Alpes (col de Cabre) et envahissent alors tout le Jurassique supérieur, ainsi que le montrent bien les marbres amygdaliens de Chorges et de Guillestre.

Aperçu historique

Il nous semble inutile de rappeler ici le détail des discussions si vives provoquées surtout par les opinions d'Hébert ; ce savant considérait les calcaires à *Ter. moravica* comme exactement synchroniques du Corallien anglo-parisien, c'est-à-dire inférieurs à l'Astartien, alors que, pour lui, les couches à *Ter. janitor* et *Am. transitorius* formaient la base du Néocomien. Cette manière de voir, défendue avec opiniâtreté, avec toutes les conséquences qu'elle entraînait dans l'interprétation des faits, retarda beaucoup l'adoption, en France, de la conception des faciès et empêcha de reconnaître des faits aujourd'hui considérés comme évidents et acceptés depuis longtemps déjà à l'étranger (2).

Nous ne reproduirons pas ici toutes les citations, reposant sur des déterminations manifestement erronées, que contiennent les travaux que nous citons ci-dessous : (*Am. cryptoceras* du Berriasien de St-Julien-en-Beauchêne, *Am. Rouyanus* des calcaires d'Aizy, etc.).

On trouvera ci-après la liste des nombreux mémoires auxquels a donné lieu cette question. Nous nous bornerons à rappeler quelques-unes (les plus importantes) des vues émises dans le cours du débat.

M. Jeanjean désignait sous le nom de Corallien inférieur les couches à *Ter. janitor*, surmontées à Coutach, dans le Gard, par le calcaire blanc coralligène qu'il rattachait au Corallien supérieur.

MM. Torcapel et Parran ont admis très justement, dès 1883,

(1) M. Cayeux qui a également rencontré des Radiolaires dans les *rognons* en question et qui vient d'étudier l'origine de ces formations, y voit au contraire une différenciation moléculaire spéciale du calcaire, phénomène d'ordre chimique qui aurait eu lieu postérieurement à la sédimentation (v. C. R. Ac. des Sc., 29 juin et 10 février 1896). (*Note ajoutée pendant l'impression*).

(2) 1865. Oppel. Du tithonische Etage (Zeitsc.. d. deutsch. Geol. Ges t. XVII). Pour le Jurassique supérieur, méditerranéo-alpin, nous rappellerons les travaux classiques de MM. Oppel, Benecke, Neumayr, Waagen, V. Mojsisovics, v. Zittel, Gemmellaro, Herbich, etc., dans lesquels les auteurs ont souvent parlé, à titre de comparaison, de notre Jurassique supérieur du Sud-Est.

l'équivalence des calcaires à *Ter. janitor* et des couches coralligènes à *Ter. moravica* qui peuvent alterner entre elles ou se remplacer latéralement.

M. Vélain observa, dans les environs de Berrias, la superposition du calcaire à *Ter. janitor* sur les couches à *Ter. moravica* et opposa ces faits à ceux qu'alléguait M. Jeanjean.

M. Villot considérait la brèche d'Aizy et le calcaire de l'Echaillon comme infranéocomiens. Cet auteur avait reconnu, dès 1882, que les couches à *Ostrea* cf. *Couloni* de l'Echaillon-les-Bains allaient se perdre dans la partie supérieure du récif de l'Echaillon. Néanmoins M. Villot a tiré de ces faits des conclusions inattendues sur la limite des systèmes jurassique et crétacé.

Tandis qu'Hébert, et à sa suite M. Vélain, persistaient dans leur manière de voir, M. de Rouville consacra, en 1883, un excellent article à cette question ; il y admet le synchronisme des calcaires blancs et des couches à *Ter. janitor* et en fait l'équivalent du Kimméridien et du Portlandien. Il fait remarquer aussi que les calcaires à *Am. transitorius* cités par M. Jeanjean *sous* les calcaires blancs, ne sont pas tithoniques et contiennent *Am. polyplocus* et *trachynotus*.

Dans ce résumé, le Berriasien est encore considéré comme l'équivalent du Purbeckien.

M. Leenhardt exprime à son tour, en 1883 (thèse, p. 31-36), une opinion très juste sur le Tithonique et ses équivalents coralligènes et donne un exposé *tout à fait remarquable* des divergences de vues alors en présence. Il place un peu trop bas la limite supérieure du Tithonique dans la région du Ventoux.

En Algérie, M. Peron décrivit en 1883 deux faciès du Jurassique supérieur, très analogues à ceux qui existent dans le Sud-Est de la France.

En 1888, nous avons nous-même (Neues Jahrbuch für Min. 1888, I, p. 253) indiqué, au sujet des calcaires blancs récifaux d'Escragnolles, notre opinion sur leur âge tithonique et peut-être même berriasien. Quant au faciès à Céphalopodes et aux *zones* paléontologiques qu'il présente dans les Basses-Alpes, nous les avions fait connaître en détails dès 1888 (1).

En 1889 et en 1890, M. Toucas retrouva dans l'Ardèche une succession très analogue. Les vues de cet auteur ne diffèrent des

(1) Thèse sur la Montagne de Lure, Paris, Masson.

nôtres que par l'interprétation des zones les plus supérieures et par l'assimilation — à nos yeux erronée — qu'il fait du niveau de Stramberg avec le Berriasien dans lequel il se refuse de voir une zone paléontologique distincte.

En 1892, M. Haug (loc. cit., p. 92 et suiv.) s'est occupé à son tour du Malm des environs de Gap et de Digne et a pleinement confirmé nos conclusions.

Cependant la lumière n'était pas complètement faite.

Le Berriasien est encore synchronisé avec le Purbeck et réuni au *Jurassique* dans la 3e édition du traité de Géologie de M. de Lapparent, parue en 1893. MM. Munier-Chalmas et de Lapparent, dans leur « Nomenclature » (*B. S. G. F.*, 3e série, t. XXI), assimilent aussi le Purbeckien et les couches de Berrias.

Par contre, M. Haug s'est récemment (Article « Jurassique » de la Grande Encyclopédie) prononcé pour la réunion au Crétacé de la zone à *Hoplites Boissieri*, ce dont il faut le féliciter.

Il y a quelque chose de décourageant à voir toujours remettre en question l'autonomie du Berriasien, actuellement admise par toutes les personnes qui se sont donné la peine d'étudier de près la série stratigraphique des régions subalpines et pour tous ceux qui ont quelque connaissance des faunes tithoniques. Il en est de même de l'identification des *Phyll. semisulcatum* et *ptychoicum* (révoquée en doute par M. Toucas), admise déjà par Coquand et Hébert et pour laquelle nous avons donné (Andalousie, p. 640) tous les arguments possibles, c'est aussi l'histoire de *Th. Caclypso, silesiacum* et *berriasense* (M. Toucas assimile ces deux dernières espèces seulement !!) étudiées par Bayle, Hébert et que nous avons identifiés (loc. cit. p. 639) dès 1889.

Il y a lieu de rappeler ici, en vue des monographies futures, que Duval Jouve a donné, en 1841, une liste des *Belemnites* jurassiques des Basses-Alpes (in Bel. des Terr. crét. infres des Env. de Castellane).

En Algérie, à Oued Soubella, la faune tithonique (Collection de la Sorbonne) existe, semblable à celle que nous venons d'énumérer.

Ajoutons que M. Behrendsen a étudié (Zeitsch. d. deutsch. geol. Ges. 1891) le Tithonique de la Cordillère argentine dans lequel il a constaté l'existence de *Hoplites* identiques à ceux de notre Tithonique supérieur.

Liste bibliographique des principales publications concernant le Jurassique supérieur du Sud-Est de la France.

1842. — Matheron. — *Terrains jurassiques du S.-E. de la France.* (B S. G. F., 1re Série, T. XIII, p. 423).

1845. — E. de Beaumont. — *Lettre de M. de Buch, sur les caractères des couches jurassiques dans le Midi de l'Europe.* (B. S. G. F., 2e Série, T. XXI, p. 359).

1846. — Em. Dumas. — *Notice sur la constitution géologique de la région supérieure ou cévennique du département du Gard.* (B. S. G. F., 2e Série, T. III, p. 666).

1846. — De Malbos. — *Sur les formations géologiques du Nivarais.* (B. S. G. F., II Série, T. III, p. 631).

1847. — L. Pilla. — *Notice sur le Calcaire rouge ammonitifère de l'Italie.* B. S. G. F., II Série, T. IV, p. 1062).

1847. — V. Thiollière. — *Note sur les terrains jurassiques de la partie méridionale du bassin du Rhône.* (B. S. G. F., II Série, T. V, p. 31).

1848. — Coquand. — *Sur la position du Calcaire rouge ammonitifère de l'Italie.* (B. S G. F., II Série, T. V, p. 133).

1855. — d'Hombres-Firmas. — *Note sur la* Terebratula diphya. (B. S. G. F., II Série, T. XII, p. 685).

1848-1851. — d'Archiac. — *Histoire des progrès de la Géologie*, 8°, Paris (*passim*).

1858. — Oppel. — *Classification des terrains jurassiques.* (B. S. G. F., II Série, T. XV, p. 658).

1861. — Hébert. — *Du terrain jurassique de la Provence, sa division en étages, son indépendance des calcaires dolomitiques associés aux Gypses.* (B. S. G. F., II Série, T. XIX, p. 100).

1863. — Coquand. — *Du terrain jurassique de la Provence et surtout des étages supérieurs de ce terrain.* (B. S. G. F., II Série, T. XX, p. 553).

1863-1868. — Pictet. — *Mélanges paléontologiques.* (Mém. Soc. de Phys. et d'Hist. nat. de Genève).

1865. — Hébert. — *Sur l'âge des couches à* Terebratula diphya. (B. S. G. F. II Série, T. XXIII, p. 283).

1866. — Dieulafait. — *De la place que doivent occuper, dans la série des terrains secondaires, les Calcaires blancs cristallins qui se développent au-dessus du Jura moyen, dans le Sud et Sud-Est de la Provence. Découverte de l'étage du Gault dans le Sud-Ouest du département du Var.* (B. S. G. F., II Série, T. XXIII, p. 463).

1866. — Pillet. — *Le terrain argonien aux environs de Chambéry.* (B. S. G. F., II Série, T. XXIII, p. 50).

1866. — Ch. Lory. — *Sur le gisement de la* Terebratula diphya *dans les Calcaires de la Porte de France, aux environs de Grenoble et de Chambéry.* B. S. G. F., II Série, T. XXIII).

1866. — Hébert. — *Observations sur les Calcaires à* Terebratula diphya. B.S.G.F., II Série, T. XXIII, p. 521).

1866. — Ed. Hébert. — *Observations sur les Calcaires à* Terebratula diphya *du Dauphiné et en particulier sur les fossiles des Calcaires de la Porte de France (Grenoble).* (B. S. G. F., II Série, T. XXIII, p. 521.) (Discuss. *Phyll.* Calypso).

1867. — J. Martin. — *Mers jurassiques. Observations au sujet de l'époque à laquelle les bassins parisien et méditerranéen ont cessé de communiquer par le détroit séquanien.* (B. S. G. F., II Série, T. XXIV, p. 653).

1867. — Hébert. — *Deuxième note sur les Calcaires à* Terebratula diphya *de la Porte de France.* (B. S. G. F., II Série, T. XXIV, p. 389).

1867. — De Mortillet. — *Gisements des Térébratules trouées.* (B.S.G.F., II Série, T. XXIV, p. 395).

1867. — Pictet. — *Nouveaux documents sur les limites des périodes jurassique et crétacée* (Arch. der Sc. Bibl. univ. de Genève, 1867). (Octobre).

1868. — Ed. Hébert. — *Observations sur le mémoire de Pictet, intitulé : Etude provisoire des fossiles de la Porte de France, d'Aizy et de Lémenc.* B. S. G. F., II série, T. XXV, p. 824, 1868. — V. aussi : B. S. G. F., T. XXIV, 1867. — C. R. Ac. des Sc., 20 mai 1867. — Arch. des Sc. de la Bibl. univ. de Genève. 1866.

1868. — Chaper. — *Sur le travail de M. Pictet, intitulé : Etude provisoire des fossiles de la Porte de France, d'Aizy et de Lémenc.* (B. S. G. F., II Série, T. XXV, p. 691 et 811).

1868. — Hébert. — *Note sur le même sujet.* (B. S. G. F., II Série, T. XXV, p. 824).

1868. — Coquand. — *Sur les assises qui, dans les Bouches-du-Rhône, sont placées entre l'Oxfordien supérieur et l'étage valanginien.* (B. S. G. F., II Série, T. XXVI, p. 100).

1868. — Hébert. — *Sur les couches comprises dans le Midi de la France, entre le Néocomien marneux à* Belemnites latus *et les Calcaires oxfordiens.* (B. S. G. F., II Série, T. XXVI, p. 131).

1868. — Ebray. — *Couches à* Terebratula diphya *de la Porte de France.* (B. S. G. F., II Série, T. XXV, p. 346).

1869. — Ed. Hébert. — *Observations sur les caractères de la faune des Calcaires de Stramberg (Moravie), et en général sur l'âge des couches comprises sous la désignation d'*Etage tithonique. (B. S. G. F., II série, T. XXVI, p. 888, 1869).

1869. — Hébert. — *Examens de quelques points de la Géologie de la France méridionale.* (B. S. G. F , II série, T. XXVII, p. 107). (Chaudon, Aizy, Escragnolles, etc.).

1869. — Ch. Lory. — *Tableau comparatif des assises comprises entre le* Gault *et l'argile* oxfordienne, *dans le Jura central et dans les environs de Grenoble ; inséré dans un mémoire de M. Davidson.* (Geological Magazine, numéro de juin 1869).

1869. — Chaper. — *Observation sur la communication précédente de M. Hébert.* (B. S. G. F., II Série, T. XXVI, p. 668).

1869. — J. Marcou. — *Note sur l'origine du Tithonique.* (B. S. G. F., II Série, T. XXVI, p. 669).

1869. — Hébert. — *Réponse à MM. Marcou et Chaper, à propos de la discussion de l'âge du Calcaire à* Terebratula diphya *de la Porte de France.* (B. S. G. F., II Série, T. XXVI, p. 671).

1869. — Coquand. — *Constatation des étages kimméridien et portlandien fossilifères dans la Provence.* (B. S. G. F., II Série, T. XXVI, p. 854).

1869. — Coquand. — *Nouvelles considérations sur les Calcaires jurassiques à* Diceras *du Midi de la France.* (B. S. G. F., II Série, T. XXVII, p. 72).

1870. — Dieulafait. — *Etude sur les couches comprises entre la formation jurassique moyenne et la formation crétacée des Alpes, de Grenoble à la Méditerranée.* (B. S. G. F., II Série, T. XXVII, p. 649).

1870. — Dieulafait. — *Note sur les Calcaires de Rougon.* (B. S. G. F., II Série, T. XXVII, p. 669).

1870. — Ch. Vélain. — *Nouvelle étude sur la position des Calcaires à* Terebratula Janitor *dans les Basses-Alpes.* (B. S. G. F., II Série, T. XXVII, p. 673).

1871. — Coquand. — *Sur le Klippenkalk des départements du Var et des Alpes-Maritimes.* (B. S. G. F., II Série, T. XXVIII, p. 208-234).

1872. — Dr Bleicher. — *Sur le passage du Jurassique au Néocomien dans le département de l'Hérault.* (B. S. G. F., Réunion extraordinaire, à Digne (Basses-Alpes), du 8 au 18 septembre 1872).

1872. — Ch. Vélain. — *Compte-rendu des courses des 10, 11 et 12 septembre.* (Réunion extraordinaire de la S. G. F., à Digne (Basses-Alpes), du 8 au 18 septembre 1872).

1872. — Dieulafait. — *Compte-rendu de la course du 13 septembre, à Chasteuil et Rougon.* (Réunion extraordinaire de la S. G. F., à Digne (Basses-Alpes), du 8 au 18 septembre 1892).

1872. — De Rouville. — *Sur les Dolomies oxfordiennes et les Calcaires à* Terebratula moravica *dans l'Hérault.* (Réunion extraordinaire de la S. G. F., à Digne (Basses-Alpes), du 8 au 18 septembre 1872).

1872. — Ch. Vélain. — *Compte-rendu de la course du 16 septembre, au Cheiron et à Lauppe.* (Réunion extraordinaire de la S. G. F., à Digne (Basses-Alpes), du 8 au 18 septembre 1872).

1872. — De Rouville. — *Sur le Néocomien du département de l'Hérault.* (Réunion ext. de la S. G. F., à Digne (Basses-Alpes), du 8 au 18 septembre 1872).

1872. — Ch. Vélain. — *L'Oxfordien et le Néocomien dans le Midi de la France.* (B. S. G. F., II Série, T. XXIX, p. 129).

1872. — Ebray. — *Sur les Calcaires à* Terebratula Janitor *de Talloires (Haute-Savoie).* B. S. G. F., II Série, T. XXIX, p. 137).

1874. — Ebray. — *Raccordement du Calcaire kimméridien de Cirin avec ceux de Chambéry.* (B. S. G. F., III Série, T. II, p. 259).

1875. — Emilien Dumas. — *Statistique géologique, minéralogique,*

métallurgique et paléontologique du département du Gard. (8° Paris, Nîmes et Alais).

1881. — Hébert. — *Sur la position des Calcaires de l'Echaillon, dans la série secondaire.* (B. S. G. F., III Série, T. IX, p. 683).

1882. — A. Villot. — *Limites stratigraphiques des terrains jurassiques et des terrains crétacés aux environs de Grenoble.* (Bull. Soc. des Sc. nat. de Sud-Est T. I).

1883. — Jeanjean. — *Etude sur les terrains des Basses-Cévennes.* (Mém. Acad. de Nîmes, 1883).

1883. — Torcapel et Parran. — *Observations sur le Jurassique supérieur des Cévennes.* (B. S. G. F., III Série, T. XI, p. 539).

1883. — F. Leedhard. — *Etude géologique de la région du Mont-Ventoux.* (Montpellier, Paris, 4°).

1883. — Hébert. — *Observation sur la position stratigraphique des Calcaires à* Ter. janitor, Am. transitorius, *d'après les travaux récents.* (B. S. G. F., III Série, T. XI).

1883. — Vélain. — *Observations* (Id., p. 406).

1883. — De Rouville. — *Quelques mots sur le Jurassique supérieur méditerranéen (résumé d'une leçon à la Fac. des Sciences).* (Revue des Sciences naturelles de Montpellier, III Série, T. II).

1884. — Ch. Lory. — *Compte-rendu de l'excursion du 4 septembre 1881, aux carrières de la Porte de France, aux exploitations de ciment et au plateau de la Bastille.* (B. S. G. F., III Série, T. IX).

1884. — Hébert. — *Observations sur la communication de M.* Lory. (Ibid).

Id. *Sur la position des Calcaires de l'Echaillon.* (Ibid).

1885. — W. Kilian. — *Sur le Jurassique supérieur du S.-E. de la France. Notes bibliogr.* (Neues Jahrb. für Min. etc., T. I, p. 286).

1886. — G. Maillard. — *Purbeckien de la Cluse de Chaille.* (B. S. G. F., III Série, T. XIII, p. 890 et Mém. Soc. Pal. Suisse, t. XI, 1884).

1887. — D. Hollande. — *Histoire géologique de la colline de Lémenc de 1865 à 1886.* (On trouvera dans cette note, la bibliographie considérable du Malm des environs de Chambéry). V. aussi Réud. extr. Soc. Géol. Fr. dans le Jura. 1885 (3e série, t. XIII).

1889. — W. Kilian. — *I. Le Gisement tithonique de Fuente de Los Frailes. — II. Etudes paléontologiques sur les terrains secondaires et tertiaires de l'Andalousie.* (Mémoires présentés par divers savants, à l'Académie des Sciences de l'Institut de France, Extr. du T. XXX).

1889. — L. Pillet. — *Le Portlandien de Montagnole.* (Bull. Soc. d'Hist. natur. de Savoie, T. III, p. 67).

1890. — A. Toucas. — *Etude de la faune des couches tithoniques de l'Ardèche.* (B. S. G. F., III Série, T. XVIII, p. 560).

Et les notes du même auteur qui ont précédé et suivi (B. S. G. F., III Série, T. T. XVI, (1889) et T. XVII (1889).

1891. — Collot. — *Sur la géologie des environs de Moustiers (Basses-Alpes).* (B. S. G. F., III Série, T. XIX, p. 353). (W. Kilian, Ibid., Séance du 16 mars 1871).

1891. — W. Kilian. — *Découverte du Jurassique supérieur dans les chaînes alpines.* (Bull. Soc. d'Hist. nat. de Savoie, T. V, p. 43, et B. S. G. F., III Série, T. XIX, 1892).

1892. — W. Kilian. — *Notes sur les couches les plus élevées du terrain jurassique et la base du Crétacé inférieur dans la région delphino-provençale.* (Bull. Soc. de Statist. de l'Isère, IV Série, T. I, p. 161 et Trav. du Lab. de la Fac. des Sc. de Grenoble, T. I). Et aussi : C.-R. des séances S. G. F., 22 juin 1891 ; 15 février 1892 ; 22 janvier 1894 ; 4 Février 1895 ; B. S. G. F., III Série, T. XVIII, 1890 et T. XXI, p. 6821, 1894.

1892. — A. Gevrey. — *Note préliminaire sur le gisement tithonique d'Aizy-s-Noyarey (Isère).* (Ext. du Bull. de la Soc. de Statist. du département de l'Isère).

1893. — J. Révil. — *Note sur le Jurassique supérieur et le Crétacé inférieur des environs de Chambéry.* (Ext. du Bull. de la Soc. d'Hist. nat. de Savoie, T. VI, p. 28).

Un grand nombre de renseignements sur le Jurassiqae supérieur de nos régions se trouvent aussi dans les monographies de Dumortier, Fontannes Zittel *(Pal. Mittheil.) et dans les travaux de d'*Orbigny.

III

SYSTÈME CRÉTACÉ

(Planche XII).

Crétacé inférieur (1).

Le Crétacé inférieur de la Montagne de Lure présente le faciès désigné par M. Lory sous le nom de *faciès vaseux*, type provençal ; par M. Hébert sous celui de *faciès pélagique*, et appelé *faciès alpin* par Pictet. C'est aussi le mode de développement auquel M. Vacek préfère appliquer l'épithète de *faciès vaseux*, terme entièrement indépendant de la distribution et de l'origine des dépôts auxquels

(1) Ce chapitre est destiné à servir de cadre à un mémoire détaillé dont nous avons, il y a déjà plusieurs années, conçu le projet et pour lequel nos confrères et amis, MM. F. Leenhardt et G. Sayn ont bien voulu nous promettre leur collaboration. Dans cet ouvrage, qui serait une monographie du Crétacé inférieur, figureraient la liste raisonnée et la synonymie de tous les Céphalopodes néocomiens, l'étude détaillée des zones paléontologiques, une série de coupes typiques, une bibliographie aussi complète que possible, ainsi que des considérations sur les faciès, les migrations de faunes, etc. Grâce à la compét nce particulière et à l'expérience de MM. Leenhardt et Sayn, nous ne désespérons pas de voir un jour se réaliser ce projet en vue duquel nous avons déjà réuni de nombreux matériaux.

il s'applique. Cette section (1) comprend huit zones paléontologiques bien définies, dont on n'avait pas encore signalé la succession constante dans les chaînes subalpines. L'horizon de l'*Am. difficilis* (Barrèmien) en particulier, a été l'objet de toute notre attention. Les calcaires à *Requienia ammonia* (Urgonien des auteurs) passent latéralement dans cette partie des chaînes subalpines à un équivalent vaseux dont la faune de Céphalopodes se rattache à l'Aptien inférieur.

Les assises crétacées reposent en concordance parfaite sur les couches à *Am. Callisto*, *transitorius* et *privasensis*. Il n'en est pas de même au Sud du département des Basses-Alpes, où les couches inférieures du Crétacé (tantôt le calcaire de Berrias, tantôt les assises à *Hopl. amblygonius* et *Echinospatagus granosus*) recouvrent les *calcaires blancs coralligènes* (Calcaires de Rougon) qui doivent probablement être considérés comme les restes de récifs correspondant aux époques kimméridienne supérieure et portlandienne ; ces récifs qui formaient une zone en avant de l'ancien littoral des Maures et de l'Esterel paraissent, en certains points (la Palud-de-Moustiers, Andon), s'être continués pendant le commencement de la période crétacée et passer ainsi latéralement aux calcaires berriasiens ; ils nous ont fourni *Natica Levinthan*, dans leurs assises supérieures, à Andon (Alpes-Maritimes).

La continuité des dépôts et du faciès vaseux dans une grande partie de notre région ont pour conséquence une continuité non moins grande dans la faune de Céphalopodes qui caractérise notre Néocomien. On sait, en effet, qu'il y a dans le *Neocomien* un certain nombre d'espèces que nous qualifierons de *banales*, qui se trouvent du haut en bas de l'étage ou du moins dans l'*Hauterivien* et le *Barrèmien* et qui ne peuvent, par conséquent, donner aucune indication précise de niveau. Nous citerons au hasard *Phylloceras Tethys*, *Phyll. infundibulum*, *Lytoceras subfimbriatum*, certains *Desmoceras*, etc... Il en est d'autres qui sont représentées dans les différents niveaux par des formes très voisines les unes des autres et qui ne peuvent être distinguées que sur des échantillons très bien conservés.

Le Crétacé inférieur est rattaché au Jurassique par plusieurs

(1) C'est cet ensemble que notre savant maître Ed. Hébert appelait, dès 1867, *Etage néocomien*, étendant à cette série d'assises la dénomination créée en 1835 par M. de Montmollin et faisant ressortir ainsi la grande homogénéité de cette série de zones. — On sait que Ch. Lory avait proposé, pour ce même groupe, le nom de *Cartusien*.

espèces communes, notamment : *Duvalia lata*, *Pygope janitor*, *Phylloceras semisulcatum*, *Phyll. Calypso*; d'autre part, *Belemnites semicanaliculatus* le rattache au Crétacé moyen.

Nous avons discuté (1) ailleurs (pages 276 et suivantes de notre description de la Montagne de Lure), les principes sur lesquels devait être basée une classification rationnelle du Crétacé inférieur et fait la critique de chacune des subdivisions qui peuvent y être établies. Les travaux qui ont été publiés depuis cette époque n'ont fait que confirmer les résultats auxquels nous étions arrivé en 1888.

Le Crétacé inférieur du Sud-Est de la France ne se présente pas toujours avec le faciès vaseux ; ce dernier est cantonné dans une bande à peu près parallèle à la direction générale des Alpes et qui correspond très probablement, ainsi que l'a supposé M. Haug, à un géosynclinal. Cette bande s'étend des environs de Barrême et d'Allos (Basses-Alpes) au Gapençais (Puy-de-Manse), s'élargit vers la Drôme (Serres, Montclus, Valdrôme), occupe le Diois, les Baronnies, les environs de Crest et de Saillans.

Après une interruption entre Gap et la Haute-Savoie, due probablement à l'enlèvement des dépôts crétacés par l'érosion de la chaîne de Belledonne, on retrouve le faciès vaseux à Ammonites pyriteuses dans les environs de Cluses. Des couches à Céphalopodes représentent de nouveau tout le Crétacé inférieur aux Voirons (Haute-Savoie) et dans les Alpes Vaudoises et Fribourgeoises (La Veveyse, Châtel-St-Denis, etc.)

En dehors des régions que nous venons de délimiter, les faciès varient beaucoup et ces modifications atteignent tantôt certaines assises seulement (faciès mixte des environs de Grenoble et de l'Ardèche), tantôt la totalité du Crétacé inférieur.

En ce qui concerne les *faciès*, nous distinguerons donc les types suivants :

1° Faciès vaseux subpélagiques.

a) Marno-calcaires à Ammonites et Céphalopodes variés, *Aptychus*, etc., Barrême, Drôme, Diois, etc.; à l'Etranger : faciès du Biancone, de la Majolica, de Rossfeld. Neocomaptychenkalk, etc.

(1) MM. Torcapel, d'une part, et Mayer-Eymar de l'autre, ont essayé d'introduire dans la science une série de dénominations et de sous-étages nouveaux, notamment en ce qui concerne le Crétacé inférieur. Nous ne ferons pas usage ici de ces termes, dont nous avons, dans nos Revues annuelles de l'Annuaire géologique universel, démontré à plusieurs reprises l'inopportunité ou les inconvénients (en particulier pour les termes Barutélien et Cruasien de M. Torcapel).

b) Marnes à fossiles pyriteux (1) : Berriasiem pyriteux, La Faurie (P. Lory).— Valanginien pyriteux à *Hoplites pexiptychus*, *neocomiensis*, etc. ; — Hauterivien pyriteux : Raye (M. Sayn), Col de Perty, Laborel (M. Paquier), près Veynes (P. Lory), Noyers-sur-Jabron ; — Barrémien pyriteux (La Charce, M. Kilian, 1887) Vaison (M. Leenhardt), Col de Garnesier (P. Lory) et Cobonne (M. Sayn) ; — Aptien inférieur pyriteux (Le Chêne M. Leenhardt) ; — Aptien supérieur pyriteux (Apt. Gargas, etc.). — A l'étranger : faciès pyriteux des diverses zones néocomiennes de l'Algérie, des Baléares, de l'Espagne, etc.

2° Faciès récifal. — Berriasien (Lentille de Fourvoirie) à *Hoplites* sp. et débris divers (Polypiers, etc.), et Calc. blancs à *Natica Leviathan*, du Jura, d'Andon (Alpes-Maritimes), etc. — Valanginien oolithique Lézat (Jura), calcaires blancs supérieurs à Rudistes de l'Echaillon, couches à *Valletia* du Corbelet (Savoie) et du Semnoz (M. Hollande, 1896).—*Barrêmien récifal* de la Charce (MM. Ch. Lory, Kilian et Léenhardt), de Menglon (MM. Sayn et P. Lory), des Monts de Vaucluse (M. Léenhardt). — *Aptien inférieur* (Banon, Simiane (M. Kilian), Orgon, environs de Grenoble. A l'étranger : Urgo-aptien de l'Espagne, du Portugal, des Pyrénées, Suisse, Sicile, Serbie, etc — *Aptien supérieur* : probablement la partie culminante de l'Urgonien de l'Isère (Le Rimet, etc.).

Ce faciès récifal comprend des calcaires oolithiques à Rudistes, des couches rognonneuses ou compactes à Orbitolines (sous-faciès à Orbitolines), des calcaires à débris (faciès subrécifal), des calcaires à silex (Montagne de Lure).

3° Faciès littoral. — Couches « Spatangues » et à Ostracés. Dans le Valanginien à Malleval (Isère), à Moustiers-Ste-Marie (Basses-Alpes) ; dans l'Hauterivien (Jura, Moustiers-Ste Marie, Alpines) ; dans le Barrêmien (Dauphiné, Luberon, etc.) ; dans l'Aptien (Clansayes, etc.).

Couches à débris, Bivalves et Gastropodes (Valanginien du Jura, Infravalanginien du Portugal, calcaires de Neufchâtel).

Couches à Ptéropodes.

Couches glauconieuses et phosphatées, quelquefois limoniteuses (Jura) : Hauterivien du Jura, du Dauphiné (St-Pierre-de-Cherennes), de Peyroules (Basses-Alpes), d'Escragnolles, etc. Barrêmien d'Escra-

(1) V. P. Lory et V. Paquier (C. R. Séances Soc. géol. de France, 1895, n° 12 et Trav. Lab. de Géol. Fac. Sc. de Grenoble, III, 2, p. 37, 1894).

gnolles, de Mantegière, du Bourguet (Var), de Chabrières (Basses-Alpes).

Au point de vue géographique, nous distinguerons :

1° Une *zone vaseuse*, définie plus haut (Nord des Basses-Alpes, Drôme, etc.).

2° Des régions récifales.

3° Une zone littorale du Sud-Est bordant le massif des Maures.

4° Une zone moins profonde vers le Sud et le Sud-Ouest (1) (Beaucaire, Montagnette, Alpines, région de Meyrargues, etc.).

5° La région du Nord voisine du Jura, à type jurassien.

6° Une zone orientale peu connue (Ubaye, etc.).

Les limites de ces différentes zones ne sont pas exactement les mêmes à toutes les époques de la période du Crétacé inférieur ; elles correspondent donc à des bandes où les faciès divers s'enchevêtrent et constituent le *type mixte* défini plus haut :

Le tableau ci-joint (Pl. XII) donné donnera une idée de toutes les modifications que nous venons d'indiquer et de leur répartition dans le temps et dans l'espace.

A. — Infravalanginien ou Berriasien.

Calcaires marneux (dits de Berrias) à *Am.* (*Hoplites*) *Boissieri* et *occitanicus* (Calc. à ciment de la Porte-de-France).

Le Berriasien (*sensu stricto*) (non Berriasien Toucas) est formé de calcaires marneux bicolores, généralement tachetés de vermiculations rougeâtres, avec intercalations bréchiformes et rognonneuses (30^{m}), contenant, dans la région de Lure : *Hoplites Boissieri*, *H. Malbosi*, *Hoplites curelensis*, *occitanicus*, *Holcostephanus Negreli*, *Lytoceras Honnorati*, *Phylloceras semisulcatum*, *Calypso*, *Bel. latus* et *conicus*, *Pygope triangulus*, *Rhynchonella contracta* et des empreintes mécaniques (*Cancellophycus*).

Cette même assise existe dans une grande partie du Bassin du Rhône ; sa faune a les caractères suivants : à côté de *Phylloceras semisulcatum* que nous connaissons déjà, il faut citer comme également abondant *Lytoceras Honnorati* (= *Lytoceras municipale* Opp.). Puis l'on rencontre, en fait d'espèces vraiment significatives et spéciales à l'assise, une série d'Ammonites du groupe des *Hoplites*, et en particulier *Hoplites Boissieri*, forme très abondante

(1) M. Collot a donné (*B. S. G. F.*, 3e série, t. XVIII, 1889), une carte très instructive de l'extension des différents étages néocomiens dans la Basse-Provence.

qu'accompagnent *Hoplites occitanicus*, *Hopl. Euthymi* et des variétés de *Hoplites Malbosi*. On y trouve aussi *Bel. conicus* et *Bel. latus*. Le *Terebratula diphyoides*, si commun à ce niveau dans l'Ardèche, fait ici complètement défaut. La forme typique de *Holc. Astieri* n'existe pas encore, mais d'autres espèces (*Holcostephanus Negreli*) constituent avec *Holc. ducalis* Matheron et plusieurs formes non encore décrites (1) un petit groupe distinct, précurseur de *Holc. Astieri* et dont les collections de la Sorbonne possèdent une jolie série entièrement recueillie dans les calcaires de Berrias du Bassin du Rhône. Nous avons retrouvé *Holc. Negreli* (= *Holc. Barroisi* Kilian) à Cabra (Andalousie). Il existe au même niveau en Algérie et en Crimée.

Ce calcaire marneux à *Hoplites Boissieri* (et sa variété *Smielensis*, Pomel), *Hoplites Malbosi*, *Hopl. Euthymi*, *Holcostephanus ducalis*, *Negreli* (= *altavensis*, Pomel), etc. dit Calcaire de Berrias, *Berriasien*, Calcaire à ciment de la Porte de France, contient souvent des couches à structure mamelonnée (la Faurie) ; mais on n'y voit plus qu'exceptionnellement (2) les rognons durs et branchus du Tithonique supérieur ; ce sont plutôt des sortes de « *miches* » semblables à celles du *Néocomien*.

Cette assise est bien développée à la Faurie (avec niveau pyriteux), à Montclus (3) (*Hop. Oppeli*, *Lytoc. Honnorati* d'Orb., *Hopl. incompositus* Ret., *Hinnites occitanicus* Pict. (= *Limæ Lirouii* Em. Dum., etc., etc.), près de Luc-en-Diois et à Chomérac (Ardèche). Elle existe encore au Mt Jalla, près Grenoble (*Holc. Negreli*), à la cluse de Chabrières (M. Vélain) et au col St Pierre (*Rh. contracta*) ; à Feissal (*Hopl. Euthymi*), à Curel, Col de Cabre (*Holc. Negreli*, *Hopl.* cf. *Boissieri*) ; au Puy de Manse (Hautes-Alpes) (*Pyg. triangulus*) ; à Valdrôme (route de Beaurières) (*Aptychus Seranonis*, *Hopl. Boissieri*, *Hopl.* cf. *peviptychus*), a Serres et à l'Est de Nyons (*Hoplites occitanicus*, *Hop. Chaperi*). On peut l'étudier également à la Cisterne (Hérault), où elle est très fossilifère et où nous avons recueilli la plupart des espèces citées par M. Jeanjean (4) ; *Holcostephanus*

(1) Il faut espérer que la publication de ces espèces ne tardera pas à tenter quelqu'un de nos confrères. Il y a là tout un groupe à étudier et le sujet d'une monographie très intéressante qui comblerait une lacune dans nos connaissances.

(2) V. Leenhardt (Bull. Serv. Carte géol. de Fr. C.-R. des Collab., 1894, N° 38, p. 123.

(3) M. Hébert a étudié en 1861 les assises de passage du Jurassique au Crétacé à Montclus et considéré arbitrairement un petit lit de marne terreuse jaune (à la base du Berriasien probablement), comme indiquant la ligne de démarcation entre les deux terrains, entre lesquels il supposait une lacune considérable.

(4) Jeanjean, Excursion d'un géologue à la Cadières (Gard). Nîmes, 1890.

Negreli, y est particulièrement fréquent. On la connaît jusqu'à Meyrargues, dans les Bouches-du Rhône. Ces calcaires marneux (la Faurie, la Charce, Sisteron, Curel, Aizy, environs de Chambéry [Aspremont (*Hopl. Malbosi*, musée de Chambéry), Serraval (d'après M. D. Hollande), Montagnole (*Hopl. Boissieri*, *Holc. Negreli*, *Hinnites occitanicus*, *Pyg. dephyoides*, etc.)], etc., etc., à faune *dite berriasienne* sont sans mélange d'espèces franchement *tithoniques* ; n'en fournissent que des exemplaires très rares ou n'en renferment qu'à la base (*Haploceras carachteis*, *cristiferum* et *elimatum* vers la base de l'assise, à la Faurie ; *Hoplites callistoides* Behrendsen, *ponticus* Ret. et *Oppeli* Kil., assez fréquents dans les bancs les plus inférieurs de la plupart des localités), contiennent également des formes telles que *Phyll. semisulcatum* (= *ptychoicum*), *Phylloceras Calypso* (= *berriasense*), *Lytoceras Honnorati* (= *municipale*), *Holcostephanus Grotei*, *Lytoceras Juilleti*, et plusieurs autres, communes à nos trois assises et se continuant même dans le *Néocomien* proprement dit.

Hoplites Malbosi Pict. sp., *Hop. Euthymi* Pict. sp., *Hop. occitanicus* Pict. sp., *Hop. Boissieri* Pict. sp., *Hop. curelensis* Kil., *Holcostephanus narbonnensis* Pict., *Holc. Negreli* Math. sp., et *Holc. ducalis* Math. sp., quoique débutant sporadiment dans le *Tithonique supérieur*, constituent ici un ensemble faunique à affinités incontestablement crétacées et qui doit être considéré comme la souche des *Céphalopodes valanginiens* et *hauteriviens*. *Belemnites latus*, *Bel. conicus*, *Bel. Orbignyi* sont assez fréquents à ce niveau (où Hébert les avait très justement remarquées à Châtillon) ainsi que *Rhynchonella contracta* Pictet. M. Gevrey y a rencontré à la Faurie : *Holcostephanus* aff. *Astieri*, *Hoplites Thurmanni* et *Hoplites pexiptychus* Uhlig (= *Roubaudi* = *Isaris* Pomel, = *Zianidia* Pomel) (1), formes nettement *valanginiennes*.

Cette couche présente un type faunique à cachet crétacé : les *Perisphinctes* du groupe du *transitorius*, les *Rhacophyllites* (*Sowerbyceras* Par. et Bon.), les *Aspidoceras* et les *Peltoceras*, ont ici entièrement disparu, les *Hoplites* affectent des formes plus voisines des *Hoplites neocomiensis* et *pexiptychus* (*Roubaudi*), dont la forme type apparaît déjà sporadiquement, etc. ; en même temps, *Hoplites Callisto*, *Hop. Chaperi*, *Hop. delphinensis* et les autres espèces voisines, du niveau précédent, deviennent rares. Cependant *Pygope triangulus* est encore fréquente à ce niveau à la Faurie.

(1) Le nom de *Hoplites pexiptychus* a la priorité sur celui de *Roubaudi* d'Orb. Cette dernière espèce n'ayant été figurée par nous qu'en 1888 (Description géol. de la Montagne de Lure, pl. II, fig. 2).

En résumé, la faune Berriasienne (1) comprend les éléments suivants :

1° *Espèces caractéristiques* ou qui ont ici leur maximum de fréquence.

Hoplites Boissieri Pict., sp. *Hop. smielensis* Pomel, *Hop. occitanicus.* Pict., *Hop. Malbosi* Pictet, *Hop. callistoides* Behr., *H. Janus* Ret., *H. subchaperi* Ret., *H. consanguineus* Ret., *H. ponticus* Ret., *H. incompositus* Ret., *H. Bodenbenderi* Behr., *Hop. Rouvillei* Math.,

(1) M. Gevrey possède, du Berriasien de la Faurie, une très remarquable série. Voici, d'après sa collection et celle de la Faculté des Sciences de Grenoble, un aperçu de cette faune :

Duvalia lata, Duvalia n. sp., *Duvalia conica ; Lytoceras quadrisulcatum, Honnorati, Juilleti* (*sutile*), *Liebigi ; Phylloceras semisulcatum, Calypso, serum, Beneckei* Zitt.; *Haploceras Grasi, tithonium, cristiferum, carachteis, Stasyczii ; Hoplites ponticus* Retowsky, sp., *Hopl. privasensis* Pict., sp., *Hopl. peæiptychus* Uhl. [= *Roubaudi* (d'Orb.) Kilian], *H. Dalmasi* Pict. sp., *Hopl. Boissieri* Pict., sp., *Malbosi* sp., *Euthymei* Pict., *Hopl.* cf. *hystrix* Phill (adulte), *Hopl. occitanicus* Pict sp., *Hopl. Bodenbenderi* Behr.; *Holcostephanus ducalis* Math. sp., *Negreli* Math. sp., *pronus* Opp., *Holc.*, n. sp. (= *Astieri* Pavlow, fig. 14), *Holc. proteus* Ret., *Holcast.* (*Astieria*), n. sp., voisin d'*Holc. Atherstoni, Holc.*, n. sp. (adulte), *Holc. drumicus* Sayn in coll., (également des marnes valanginiennes et du Fontanil), *Holc. obliquenodosus* Ret , *Oppelia macrotela ; Glossothyris* (*Pygope*) *triangulus*, *Gl.* (*Pygope*) *janitor* Pict., *Gl. subtriangulata* Winckl.

Ajoutons des débris de *Baculites* ou de *Ptychoceras* qui se rencontrent à ce niveau dans beaucoup de localités.

Remarques paléontologiques. — *Hopl. ponticus* Ret. sp., forme très voisine de *H. callistoides* Behrendsen, à laquelle il faudra peut être un jour la réunir, passe en toutes proportions à une série d'espèces qui se rapprochent, en prenant des tubercules, de *H Chaperi* Pict. Cette convergence s'observe en particulier pour : *Hopl. obtusenodosum* Ret., *Chaperi* Pict. sp., *Tarini* Kil., *subchaperi* Ret., *consanguineus* Ret., *incompositus* Ret. Cette dernière forme appartient au groupe de *Hopl. Boissieri* Pict., sp., également sujet à acquérir les tubercules du groupe *Chaperi.*

M. Retowski a donné un tableau des variétés si nombreuses de *Hopl. Callisto*, il n'admet pas quelques-unes de nos identifications, notamment celle de *Ph. semisulcatum* et de *Ph. ptychoicum* ; (!!!) il réunit *Bel. Conradi* Kil. à *B. semisulcatus* Münst. et crée une nouvelle espèce (*Holc. Toucasi* Ret.) pour *Holc. pronus* Toucas (Pl. XV, fig. 14), non Zitt.

— Les *Hopiltes* tithoniques et berriasiens ont donné naissance aux groupes des *Hoplites* valanginiens de la façon suivante :

H. Callisto, privasensis, delphinensis ont donné *Hopl. Thurmanni* et ses variétés.
H. Dalmasi et *occitanicus* » *Hopl. regalis* Pavl.
H. Boissieri Pict. » *Hopl. amblygonius* N. et Uhl.

H. Boissieri est une espèce très voisine de certains types de *Hopl. amblygonius* N. et Uhl. dont elle ne diffère que par l'allure différente de la face siphonale.

Enfin, *Hoplites Chaperi, Malbosi, Curelensis*, etc., ont donné naissance au groupe de *H. radiatus* et *Leopoldi.*

Hop. Euthymi Pict., *Hop. curelensis* Kil. (1), *Hoplites*, n. sp. (de la Faurie, coll Gevrey). *Holcostephanus ducalis* Math., sp., *Holc. Negreli* Math., sp. (*altavensis* Pomel), *Holc. Breveti* Pomel, sp., *Holc. telloutensis* Pomel, sp. *Holc. narbonnensis* Pict., *Holc. proteus* Ret., *Holc. obliquenodosus* Ret., *Holc. Boussingaulti* d'Orb. (la Charce), *Holcostephanus gratianopolitensis* Kil. (coll. Gevrey), *Holc. Theodosiae* (Desh.) Ret. (Les Salles), *Holcost.* cf. *spitiensis* (Blanf.) Pavl. (la Charce).

2° *Espèces nouvelles :* Tout un groupe d'*Holcostephanus* voisins de *H. Cautleyi* Opp., *Holc. ducalis* Math. et *Groteanus* Opp., sp., constitue une série d'éléments caractéristiques dont la publication est attendue avec impatience. La collection de M. Gevrey renferme des types très curieux de ce groupe ; nous en avons vu également dans celle de M. Sayn et dans celle de la Sorbonne.

Quelques *Hoplites* du groupe de *Hoplites Euthymei.*

3° *Espèces communes avec le Tithonique :*

Hop. Dalmasi Pict., sp., *Hop. abscissus* Opp. (bien voisin de *Hop. Boissieri* Pictet), *Hop. Chaperi* Pict., sp., *privasensis* Pict. sp., *Hop. Callisto* d'Orb., sp., *Hop. Oppeli* Kilian, *Haploceras carachteis* Zeuschn., *Hapl. cristiferum* Opp., sp., *Hapl. tithonium* Opp., *climatum* Opp., sp., *Phyll. Beneckei* Zitt., *Holcostephanus pronus* Opp., sp., *Oppelia macrotela* Opp., *Rhynchonella contracta* Pict., *Pygope triangulus.* (Cette espèce est très abondante, etc.).

4° *Espèces communes avec le Valanginien :*

Aptychus Seranonis Coq., *Bel. Orbignyi*, *Hoplites pexiptychus* Uhlig (= *Roubaudi* d'Orb.), (collection Gevrey), du Berriasien supérieur, *Hop. Thurmanni* Pict. et Camp., *Hop. Malbosi* [existe à l'état pyriteux dans le Valanginien de Jonchères (Drôme)], *Holcostephanus Astieri* d'Orb., *Hoplites hystrix* Phill., *Holcost. drumicus* Sayn (in coll.), *Glossoth. hippopus* Roem., etc.

5° *Espèces indifférentes ou banales :*

Lytoceras Liebigi Opp., sp., *Lytoceras Honnorati* d'Orb., sp. (= *municipale* Opp.), *Lytoceras quadrisulcatum* d'Orb. sp., *Lytoceras Juilleti* d'Orb. sp., (= *sutile*), *Phylloceras semisulcatum* d'Orb. sp., (= *ptychoicum* Qu.), *Phylloceras Calypso* d'Orb., sp. (2), *serum* Opp.,

(1) L'étude minutieuse des tours internes de ces espèces, comparativement aux petits *Hoplites* des marnes valanginiennes à fossiles pyriteux, s'impose ; il en est de même pour les *Holcostephanus.* Il est probable qu'une étude de ce genre permettrait plus d'identifications pour les *Hoplites* que pour les *Holcostephanus.*

(2) Nous avons, dès 1888, rattaché à cette espèce *Phyll. silesiacum* Opp. et *Phyll. berriasense* Pict. sp. M. P. Lory, qui vient de consacrer une étude détaillée à ces formes, est arrivé au même résultat.

Hapl. Grasi d'Orb., sp., *Holcostephanus Grotei* Opp. sp., *Duvalia lata* d'Orb. sp., *Duvalia conica* d'Orb. sp., *Rh. contracta* Pict., *Pygope janitor* Pictet, *Pygope diphyoides* Pictet, *Pholadomya Malbosi* Pict.

Cette faune a peu d'affinité avec les faunes septentrionales (1).

M. Sayn a montré que la faune à fossiles pyriteux du Valanginien comprend quelques espèces berriasiennes.

Nous avons pu reconnaître **trois subdivisions** qui paraissent à peu près constantes, dans les points où cet étage est bien développé :

1° A la base, une assise avec quelques espèces tithoniques retardataires ; *Hoplites callistoides* (= *H. macilcatus* autor., non d'Orb.) et *Hop. Oppeli* sont particulièrement abondantes à ce niveau (Aizy La Faurie, Montclus, Berrias, etc. Cette assise a été souvent mise dans le Tithonique (MM. Leenhardt, Torcapel, etc.). Elle est très facile à étudier à Gensiac (Montagne de Lure) et à Noyarey (Isère) ; on y trouve surtout : *Hoplites ponticus* Ret. sp., *H. subchaperi* Ret., *H. consanguineus* Ret., *H. subrichteri* Ret., *H. incompositus* Ret., *H. Chaperi* Pict. sp., *H. Malbosi*, *H. Janus* Ret., *Glossothyris hippopus*.

2° Niveau principal à faune franchement berriasienne. C'est ici que se rencontrent avec le plus d'abondance les formes spéciales énumérées plus haut (La Faurie), Saint-Julien, Gigondas, etc.

3° Niveau supérieur beaucoup plus marneux et passant insensiblement au Valanginien ; on y trouve, particulièrement, *Belemnites Orbignyi*, *Bel. conicus* et *Rhynchonella contracta*.

Le Berriasien conserve ses caractères jusque dans l'Isère (Porte de France, Chevallon, Comboire, etc.), où il est exploité pour ciment depuis la découverte de Félix Breton, en 1842 ; il se continue semblable à lui-même, mais pauvre en fossiles, par les environs de Chambéry (Près de Montbazin, Mamelon des peupliers, Pas de la Fosse, etc.), jusqu'en Haute-Savoie, où on le connaît à Arpenaz. Vers le Nord, on le voit se modifier du côté du Jura (v. plus bas) et passer au Valanginien inférieur.

Les couches de Koniakau et de Roverè di Velo ne sont pas, comme on l'a dit, le « *Correspondant du Berriasien* », mais de l'extrême

(1) Cependant *Hoplites curelensis* Kilian, espèce berriasienne des Basses-Alpes, a été recemment retrouvée par M. Bogolowsky dans l'horizon de Rjasan (Russie) et figurée sous le nom de *Hoplites hospes*. On a vu que nous avions déterminé *Hopl. rjasanensis* du Tithonique de Chomérac. Il est très intéressant de voir se multiplier les formes communes entre notre province et la province boréale. (V. à ce sujet Bogolowsky, Der Rjasan-horizont. St-Pétersbourg, 1896).

base seulement de ce groupe (Voir Annuaire géologique universel, article : *Système Crétacé*, t. VII, 1891). La principale partie de ce que l'on a appelé *Berriasien* appartient à la zone à *Hoplites Boissieri* qui, par sa faune, est déjà nettement *néocomienne* (C. R. sommaire, séances Soc. géol. de France, 15 février 1892. *B. S. G. F.*, 3e série, t. XVIII. Bull. Trav. Labor. Géol. Faculté des Sciences de Grenoble, t. I, 1891) et qui passe latéralement à l'assise inférieure (*à Strombus Sautieri*) du *Valanginien jurassien* (= partie supérieure du récif de l'Echaillon).—Cette zone n'est pas nommée dans la nouvelle nomenclature de MM. Munier-Chalmas et Lapparent.

Le Purbeckien du Jura méridional ne correspond pas, comme on le croit, à la zone à *Hoplites Boissieri* (Berriasien), mais bien au Tithonique supérieur (zone à *Hoplites Callisto*). Le Berriasien, déjà coralligène à l'Echaillon (Isère), contenant des lentilles subrécifales (1) à Fourvoirie (Savoie), passe, en effet, d'une façon incontestable au Valanginien inférieur (*calcaires blancs*) du Jura méridional (Cluse de Chailles). D'autre part, les récentes observations de M. P. Lory, confirmées par les nôtres, montrent en outre que la partie supérieure du récif de l'Echaillon passe latéralement aux couches valanginiennes à *Terebratula* cf. *Carteroni*, *Exogyra* cf. *Couloni*; elle contient des *Rudistes* différents de ceux de la base et ne se termine qu'au Valanginien supérieur (C. du Fontanil).

Tous ces faits, observés dans une région très restreinte, conduisent nécessairement à la conclusion, suffisamment indiquée du reste par l'analyse de la faune, que la zone à *Hoplites Boissieri*, confondue à tort par M. Toucas avec le Tithonique supérieur (zone à *Hoplites Callisto*), doit être rattaché au système Crétacé.

Vers l'Est, l'érosion qui a fait disparaître les dépôts crétacés des chaînes alpines, empêche de suivre les modifications de cette zone. A l'Ouest, elle renferme des Brachiopodes à Barbières (Drôme), d'après M. Sayn, mais passe avec ses caractères habituels dans l'Ardèche où se trouve la localité classique de Berrias. Vers le Sud, ses transformations sont plus intéressantes; elle devient moins marneuse, se débite en plaquettes aux environs de Gréoux (Basses-Alpes) et de Meyrargues (Bouches-du-Rhône) où, à côté de ses Ammonites (*Hoplites Malbosi*), M. Collot a cité la présence de *Natica Leviathan*. Au Nord d'une ligne passant par l'Etang de Berre, Aix, Rians et Ginasservis, le Berriasien est, en effet, d'après cet auteur,

(1) L'examen microscopique de ces calcaires montre nettement qu'ils sont formés de débris de Polypiers, Foraminifères, etc. Cependant, ils renferment encore quelques fragments d'Ammonites (*Hoplites*).

représenté par des calcaires marneux à Ammonites, se liant intimement au Jurassique, mais, outre des Ammonites berriasiennes (*Ammonites occitanicus*, *Malbosi*), M. Collot y a rencontré *Terebratula valdensis* et une série d'Oursins (Parouvier, Pelissane, Meyrargues, etc.). Au Sud des calcaires blanchâtres coupés de délits argileux renferment : *Nerinea lobata* et *valdensis*, *Natica Leviathan*, *Phyllobrissus Duboisi*, *Requienia*, etc.; l'auteur les attribue au Valanginien (la Nerthe, Allauch, le Rove, Pourrières). Le Berriasien ferait donc défaut dans ces dernières localités ou bien il serait représenté, comme dans certaines parties du Gard, par le faciès valanginien à *Natica Leviathan*. On le voit également se modifier près de Moustiers-Ste-Marie (Basses-Alpes), où il semble passer à un calcaire récifal. Enfin, à Andon (Alpes-Maritimes), nous avons recueilli *Natica Leviathan* dans des calcaires blancs jaunâtres en plaquettes, qui, par leur position, appartiennent à cet étage.

M. Nolan a observé dans les Baléares des assises identiques par leur nature pétrographique et par leur faune (*Hoplites Boissieri*, etc.), à celles qui représentent, en France, le faciès vaseux du Berriasien.

L'autonomie de la zone à *Hoplites Boissieri*, si bien représentée à la Faurie et dont notre confrère M. Gevrey a réuni de si remarquables séries, a été pleinement reconnue par MM. Munier-Chalmas et Haug (1). Cette faune ne peut être confondue, ainsi qu'on l'a récemment proposé, avec celle du *Tithonique supérieur* (Aizy, la Boissière, etc.). Nous prions nos lecteurs de nous excuser de revenir encore une fois sur la question de l'autonomie de la zone à *Hoplites Boissieri* ; le crédit qu'a obtenu auprès de nombre de géologues l'assimilation erronée de cette zone avec le *Tithonique supérieur*, expliquera peut-être cette insistance (2).

Nous avons eu l'occasion de revoir, en compagnie de notre excellent et savant confrère M. Sayn, la coupe du Claps-de-Luc (Drôme), qui est absolument démonstrative à cet égard. A Luc, en effet, on trouve le Tithonique supérieur bien développé et très fossilifère, notamment à l'entrée du ravin de Salles. C'est absolument le même faciès et la même faune qu'à la Boissière; nous avons recueilli là,

(1) Dans un récent article sur le système jurassique, paru dans la Grande Encyclopédie, M. Haug reconnaît le caractère crétacé de cette faune.

(2) M. Retowski a décrit récemment (1893) comme tithonique une faune de Crimée qui présente avec celle de nos couches à *Hopl. Boissieri* (Berriasien proprement dit), la plus grande et la plus remarquable identité et qui est certainement *plus récente que le Tithonique*.

bien en place: *Perisphinctes Lorioli*, *Hoplites Callisto*, *Hoplites delphinensis*, *Hopl. Köllikeri*, *Hopl.* cf. *Chaperi*, *Pylloc. ptychoicum*, var. *inordinatum*, etc. (v. plus haut, la liste du Claps-de-Luc). A la partie tout à fait supérieure de l'assise, on remarque un petit banc bréchiforme pétri d'articles de Crinoides. Immédiatement au-dessus du Tithonique supérieur, on observe, soit sur la route de Beaurières, soit en remontant le ravin de Salles, les couches à *Hoplites Boissieri* composées de calcaires un peu marneux, bien stratifiés, jaunâtres ou blanchâtres et tachetés par places de rouille ou de bleu. Bien qu'ils ne soient pas extrêmement fossilifères, nous avons pu y recueillir *Lytoceras Honnorati* et les grands *Holcostephanus* caractéristiques de ce niveau : *Holcostephanus ducalis* Math., *Holc. Theodosiae* (Desh.) in Ret., *Holc.* cf. *Boussingaulti*, *Hoplites callistoides* Behr., *Hopl. occitanicus* d'Orb. Ces calcaires passent insensiblement, à leur partie supérieure, aux Marnes à *Hoplites Roubaudi* et *Bel. Emerici* assez fossilifères près du hameau de Salles.

Ajoutons que dans une tournée faite en compagnie de M. le Professeur Renevier, de Lausanne, et de plusieurs de nos confrères et au cours de laquelle ont été relevées en détail une série de coupes échelonnées entre Chambéry et Chomérac (Ardèche), nous avons constaté et fait constater à M. Renevier (qui s'est déclaré pleinement d'accord avec nous), la présence réelle et constante de cette zone à *Hoplites Boissieri*, *Hoplites occitanicus*, *Hoplites Malbosi*, *Holcostephanus ducalis*, *Holc. Negreli*, *Holc. Breveti*, *Holc. telloutensis*, etc., horizon qui, à Chomérac même, est *bien distinct* (1) et *nettement supérieur à la brèche* de la Boissière à faune de Stramberg. Cette assise présente un type faunique à cachet crétacé ; les formes jurassiques (*Perisphinctes*, véritables *Oppelia*, etc.), ne s'y rencontrent plus ou que par exception ; certains types d'*Hoplites* et de *Holcostephanus* à physionomie crétacée commencent à pulluler. *Hopl. curvinodus* N. et Uhl. s'y est rencontré à la Faurie, en un exemplaire (coll. Jaubert).

Nous maintenons donc, malgré les mélanges graduels et les passages inévitables d'une faune à l'autre, l'existence de trois associations fauniques, *correspondant chacune au maximum de fréquence de certaines formes et reliées par des transitions nécessaires ainsi que par un certain nombre d'espèces communes ; le Tithonique est représenté dans le Sud-Est par ses deux niveaux et est toujours recouvert par le Berriasien tel*

(1) Dans la berge du ruisseau, près de Champ-de-Payre (*Am. Negreli*, *Boissieri*, etc.), et à quelques pas au Nord-Est du gisement même de la Boissière (*Hoplites Malbosi*, etc.).

que l'a défini Pictet. Les trois faunes suivantes (1) *se succèdent partout régulièrement, de bas en haut :*

TITHONIQUE (Jurassique)	1. Faune du Diphyakalk (zone à *Perisphinctes geron*). 2. Faune de Stramberg, du Claps-de-Luc (Drôme), de la Boissière (Ardèche), d'Aizy (Isère), de Cabra (Andalousie), (zone à *Hoplites Callisto*).
(CRÉTACÉ INFÉRIEUR) Infravalanginien ou Berriasien	3. Faune de la Faurie (*dite berriasienne*), remarquable par la fréquence des *Hoplites Boissieri*, *Euthymi*, *occitanicus*, *Dalmasi*, *curelensis*, et surtout par celles des *Holcostephanus Negreli*, *ducalis*, etc. (Voir les remarquables séries de la Sorbonne et de la Faculté des Sciences de Grenoble, provenant en partie de la collection Jaubert, ainsi que la collection de notre confrère et ami M. Gevrey (Zone à *Hoplites Boissieri* et *Holcostephanus Negreli*).

B. — Valanginien

(Planche XIII)

Le Valanginien présente deux subdivisions :

a) A la base, une série épaisse de marnes bleuâtres, à fossiles ferrugineux, coupées de lits marno-calcaires et contenant : *Bel.* (*Duvalia*) *Emerici*, *latus*, *conicus*, *Orbignyi*, *Phylloceras semisulcatum*, *serum*, *Calypso*, *Lytoceras quadrisulcatum*, *Juilleti*, *obliquestrangulatum*, *Haploceras Grasi*, *Holcostephanus stephanophorus*, *drumicus*, *Astieri*, *Hoplites neocomiensis*, *Thurmanni*, *asperrimus*, *pexiptychus* (*Roubaudi*) (2) *Oxynoticeras*, sp., *Aptychus Didayi*, *Ptychoceras neocomiense*, etc. *Cosmoceras* (*Saynoceras*) *verrucosum* et *Bel. Emerici* sont parfois, d'après M. Pâquier, cantonnés dans le haut de l'assise.

b) Au sommet, des bancs marno-calcaires alternent avec des marnes schisteuses et renferment des *Hoplites* aplatis du groupe de *Hoplites regalis* et *amblygonius* Neum. et Uhl.

Nous allons étudier de près chacune de ses assises :

1. CALCAIRES MARNEUX ET MARNES A FOSSILES PYRITEUX, avec *Hoplites pexiptychus*, *Hopl. neocomiensis* et *Belemnites Emerici*.

(= Marnes à *Belemnites latus* Hébert ; marnes néocomiennes inférieures Lory ; marnes à Am. pyriteuses des auteurs ; marnes infra-néocomiennes Lory ; *Nemausien*, Sarran d'Allard).

(1) Caractérisées et ainsi désignées par nous *pour la première fois en France*, dans les Basses-Alpes, en 1888 ; elles ont été mentionnées la même année, puis décrites en 1889, sur la rive droite du Rhône, par M. Toucas.

(2) Les adultes de cette forme ont une grande analogie avec *Hoplites Malbosi* Pictet, sp.

La faune de ces marnes est composée presque exclusivement de Céphalopodes : Ammonites et Bélemnites ; les premières, toutes de très petite taille, sont généralement pyriteuses. A côté d'un grand nombre d'espèces communes, soit à des couches inférieures, soit à des horizons plus élevés, telles que : *Bel.* (*Duvalia*) *latus, Bel. conicus, Phylloceras semisulcatum* (*ptychoicum*) (avec et sans bourrelets ventraux !!), *Calypso, serum*, *Haploceras Grasi*, *Lytoceras quadrisulcatum, Juilleti* (= *sutile*), *Pyg. diphyoides*, etc., qui se montrent plus bas (1) et *Bel. binervius*, *Bel. pistilliformis*, *Hap. Grasi, Phyll. Tethys*, (*semistriatum*) *Calypso*, *Holcost. Astieri*, *Ptychoceras neocomiense*, *Aptychus Didayi*, *Aptychus Seranonis*, *Lucina sculpta, Pecten alpinus*, qui se continuent dans les couches supérieures, on rencontre quelques formes qui paraissent spécialement fréquentes dans les marnes dont nous nous occupons ici ; ce sont particulièrement : *Belemnites* (*Duvalia*) *Emerici, Lytoceras obliquestrangulatum* Kilian (= *Am. Juilleti* d'Orb., p. parte), *Holcostephanus stephanophorus* Math. sp., *Holcost. Atherstoni* Sharpe (= *multiplicatus* N. et Uhl.), *Holc. Chaignoni* Sayn, *Holc. Bachelardi* Sayn, *Holc. drumicus* Sayn. (Cette dernière espèce se retrouve, abondante et en échantillons de plus grande taille, au Fontanil (Isère) ; nous en connaissons un exemplaire du Berriasien). *Hoplites pexiptychus* Uhl. (= *Roubaudi* (2) d'Orb.), *Hoplites neocomiensis*. A Noyers-le-Vieux, M. le curé Latil a découvert un gisement où abondent à ce niveau *Hoplites Arnoldi* Pict. et Camp. (3), *H. hystrix* Phill., etc., *Lamna neocomiensis* Ag.

Ces fossiles sont, pour ainsi dire, cantonnés dans la partie inférieure de l'assise ; les autres bancs n'enc ontiennent que fort peu.

A côté de ces formes, il est intéressant de signaler la présence, dans les marnes à Ammonites pyriteuses du Diois, de *Oxynoticeras heteropleurum* Neumayr et Uhlig. M. Alfred Gevrey nous a obligeamment communiqué deux exemplaires pyriteux de cette curieuse espèce, voisine de *Oxynoticeras Gevrilianum* d'Orb., qui en

(1) Remarquons, à ce propos, qu'à cette liste on pourrait peut-être ajouter *Am. Tethys* (*semistriatus*), bien voisin de l'*Am.* (*Phylloceras*) *serus* Oppel de Stramberg, et *Am. verrucosus* dont *Am. adversus* Oppel du Diphyakalk se rapproche notablement malgré sa forme moins renflée.

(2) Cette espèce devra désormais porter le nom de *Hoplites pexiptychus* Uhlig, qui a la priorité, le type de d'Orbigny n'ayant été figuré par nous qu'en 1888. Voir au sujet de ces *Hoplites* une note de M. P. Lory (Trav. Labor. de Géol. Fac. des Sc. de Grenoble, T. I, 1892).

(3) *Hopl. Arnoldi* existe également dans les marnes valanginiennes de Bellegarde (Drôme).

représente peut-être l'adulte et qui a été cité par Hébert dans la localité d'Eyrolles (Drôme) : l'un provient de la Faurie (Hautes-Alpes), l'autre de Jonchères (Drôme). Ces deux individus permettent de voir distinctement les cloisons si caractéristiques de ce groupe et l'un d'eux présente les côtes fines, falciformes et peu prononcées signalées par MM. Neumayr et Uhlig (Amm. aus d. Hilsbild, Norddeutsch., p. 8); ils concordent, du reste, avec les figures données par ces auteurs (loc. cit. Pl. XV, fig. 1, 2) et récemment encore par M. Struckmann (Jahrb. d. K. preuss. geol. Landesanst, 1889, Pl. XI, fig. 3 et 4). Il est probable, comme l'a déjà fait remarquer M. G. Sayn, qui possède également cette espèce, que ces formes doivent être considérées comme ayant donné naissance au groupe des *Pulchellia*, si développé à l'époque barrêmienne et dont la ligne suturale semble pouvoir être rapprochée de celle des *Oxynoticeras heteropleurum* et *Gevrili*.

Il est curieux de pouvoir citer dans le Néocomien inférieur du Midi l'existence de ces dernières espèces, qui, jusqu'à présent, n'avaient été rencontrées que dans le Valanginien du Jura, de la Haute-Savoie et des contrées septentrionales, et qui ne sont vraiment abondantes que dans l'Allemagne du Nord. Leur présence, jointe à celle de *Hoplites* du groupe de *Hoplites regalis*, *hystrix* et *amblygonius* Neumayr et Uhlig, et de *Hoplites Thurmanni*, que nous avons signalée dans les marnes à Ammonites pyriteuses, d'*Holcostephanus* du groupe *psilostomus* N. et Uhl., ainsi que la découverte de *Holcostephanus gratianopolitensis* Kilian dans le calcaire de Fontanil vient augmenter le nombre encore assez restreint des *Céphalopodes* communs au *Valanginien du Nord* et à celui des contrées méridionales.

Il y a lieu d'espérer que la Monographie des *Ammonites*, des marnes à *Ammonites Roubaudi*, entreprise par M. G. Sayn, les études de M. P. Lory, sur la faune néocomienne du Dévoluy et surtout la comparaison encore à peine ébauchée des *Céphalopodes néocomiens* d'Angleterre et de Russie avec nos types classiques, montreront mieux encore qu'à côté d'espèces propres aux diverses provinces, il existe des formes qui se retrouvent — à divers degrés de fréquence — dans la plupart des gisements, facilitant ainsi l'établissement d'un parallélisme rigoureux entre les dépôts des bassins que reliaient des communications marines.

Nous n'insisterons pas davantage sur cette assise, car nous savons que M. Sayn met la dernière main à une monographie paléontologique des marnes valanginiennes du Sud-Est. M. Sayn

considère la faune de ces marnes comme formée d'éléments méditerranéens et d'espèces dérivées de formes tithoniques, associés à de nombreux types septentrionaux (espèces du Hils de l'Allemagne du Nord et de Speeton). D'un autre côté, M. Paquier a réuni de son côté à ce niveau dans le Diois méridional, des matériaux paléontologiques intéressants. — Les publications de nos deux confrères ajouteront donc nombre de faits nouveaux à ceux que nous venons de résumer dans ce chapitre.

La collection de la Faculté des Sciences de Grenoble, possède un exemplaire pyriteux de *Pygope janitor* provenant de cette assise (de Durbonnas, chemin de Longerolle). A Vieux-Noyers, c'est *Pygope diphyoides* qui s'y rencontre.

Il est cependant un élément de cette faune qui reste assez mal défini, nous voulons parler des Belemnites désignées sous le nom de *Belemnites pistilliformis* d'Orb. On a confondu sous cette dénomination des espèces assez différentes. M. Pawlow vient d'en séparer une sous le nom de *Bel. jaculum* Phill. M. Renevier s'est également occupé de ce groupe, mais personne n'a pensé à préciser la distribution verticale de ces espèces, si fréquentes dans le Sud-Est, dans les différentes zones de notre Crétacé inférieur.

Localités : Jas de Madame (Montagne de Lure), col Bernardez Chardavon, Angles, Feissal, Reynier, Noyers-le-Vieux (Basses-Alpes) ; Montagne de Chabre, Matacharre, St-Julien-en-Beauchêne, Montclus (Hautes-Alpes), Chichiliane, Trézanne et Praterbon (Isère) ; Valdrôme, Fontaine Ste-Croix, Bellegarde, Châtillon-en-Diois, Col de Prémol, Eyrolles (Drôme), etc.

2. Calcaires marneux à *Hoplites regalis* et *amblygonius* (1).

Nous avons affaire ici à une couche de passage dont il ne faut pas exagérer la valeur, mais qu'il importe de signaler à cause des rapprochements, peut-être intéressants, qu'elle permettra d'établir dans la suite. Sa faune compte moins d'espèces que celle qu'a publiée M. Leenhardt de ses marnes N^2 du Ventoux ; mais elle

(1) Une révision succincte des *Hoplites* et des *Holcostephanus* de notre Néocomien du Sud-Est avait été annexée, par nous, sous forme de « Note ajoutée pendant l'impression », au présent chapitre.

Malheureusement, le manuscrit comprenant cette révision a été égaré pendant le cours de la publication. Nous nous voyons forcé de remettre à plus tard le moment où nous ferons connaître ces listes que nous sommes obligé de reconstituer de toutes pièces.

correspond à une zone plus nettement définie ne comprenant que les calcaires à *Hoplites* aplatis dont les fossiles sont réunis à ceux des marnes à *Am. neocomiensis*, dans l'énumération de notre confrère.

Il existe en effet dans la Haute-Provence, entre les marnes à *Hoplites pexiptychus* et les calcaires à *Crioceras Duvali*, un système assez puissant de calcaires marneux et de marnes en bancs minces alternant régulièrement entre eux, dont la faune est fort difficile à individualiser.Ces calcaires marneux, correspondent par leur position stratigraphique au-dessus des marnes à Ammonites ferrugineuses et *Bel. latus* et au-dessus des couches à *Belem. dilatatus*, au calcaire à *Alectryonia rectangularis* des environs de Grenoble et au Valanginien du Jura. Ils viennent se placer par conséquent à un niveau dont la faune de Céphalopodes est encore, comme l'a remarqué M. Uhlig, très incomplètement connue. Ils n'ont été distingués par aucun de nos prédécesseurs. A côté de *Holcost. Astieri* et de *Hapl. Grasi*, que nous avons vus apparaître dès la base du Crétacé, ainsi que d'*Aptychus Didayi très fréquent à ce niveau* dans la Montagne de Lure comme au Mt-Ventoux et à la Charce (d'après M. Hébert), et de rares exemplaires de types plus récents comme *Hopl. regalis* et *amblygonius*, la faune de cette assise est très pauvre. Cependant, nous citerons comme formes qui se rencontrent fréquemment à ce niveau : *Holcostephanus Jeannoti* (1) et des *Hoplites* du groupe de l'*Am. amblygonius* N. et Uhl., des formes identiques à *Hopl. regalis* Bean (in Pavlow) et d'autres qui ont une grande analogie avec la figure qu'ont donnée de *Hopl. cryptoceras* MM. Pictet et de Loriol dans leur Monographie de la Montagne des Voirons (Pl. IV, fig. 4), et que M. Leenhardt a désignée sous le nom de « type alpin » de l'*Amm. cryptoceras*. Après de grandes hésitations et une étude approfondie de ces échantillons, pour la plupart mal conservés ou aplatis, il nous a semblé que ces formes pouvaient être rapportées, les unes à *H. regalis* Bean, les autres aux *Hoplites amblygonius* et *oxygonius* Neumayr et Uhlig (*Am. noricus* Rœmer p. p.) du Hils de l'Allemagne du Nord, où elles accompagnent *Hoplites radiatus* de l'*Hauterivien*, *Holcostephanus bidichotomus* et des espèces valanginiennes.

Hoplites regalis Bean (in Pavlow) est une forme qui, avec *Hop.*

(1) Cette espèce est également abondante dans certains gisements hauteriviens (Montclus, etc.); elle ne peut donc pas servir, comme nous l'avions proposé, à caractériser le Valanginien supérieur. Elle existe cependant aussi dans le Valanginien à *Toxaster granosus* de Châteauneuf-les-Moustiers et d'Allaves, près Moustiers-Ste-Marie.

oxygonius et *amblygonius* des N. et Uhl., *H. noricus* Rœmer, *Hopl. paucinodus* N. et Uhl., constitue un groupe de variétés que l'on retrouve souvent représentées parmi les jeunes individus pyriteux appelés *Ammonites neocomiensis* par d'Orbigny. Cette dernière forme doit, en en détachant *Hoplites Roubaudi* et *Hop. Thurmanni* (jeune âge), être considérée comme le chef de file d'une espèce collective dans laquelle pourraient rentrer, à côté de la *forme type* de *H. neocomiensis* d'Orb. sp., — qui, même dans l'adulte, demeure *bien distincte*, ainsi que le montrent clairement les échantillons calcaires recueillis par M. Gevrey dans le Valanginien de Malleval (Isère), — comme variétés, les formes ci-dessus. Des mutations successives relient ce groupe à *Hoplites cryptoceras* d'Orbigny (non *autorum*). M. Pavlow (Argiles de Speeton et leurs équivalents par Pavlow et Lamplugh. Moscou, 1892, p. 100), a récemment proposé de donner à ce groupe le nom de « groupe de *Hoplites regalis* Bean sp. » Nous nous étonnons qu'il n'y fasse pas rentrer *Hop. neocomiensis*, dont il figure (Pl. XVIII (X), fig. 2), du reste, un échantillon typique sous le nom de *Hoplites regalis*. *Hoplites amblygonius* est très abondant à la Montagnette, près Tarascon, d'où M. Curet nous a communiqué dernièrement toute une série d'échantillons se rapportant à ce type. Nous l'avons rencontré également, avec *Hopl. regalis*, dans les Alpines, près de Beaucaire, et à Moustiers-Ste-Marie. On en recueille de beaux et grands exemplaires dans le Valanginien supérieur de Valdrôme.

Localités-types : Montclus, St-Julien en Beauchêne (Hautes-Alpes), Montagne de Lure, Barrême, Reynier, Angles (Basses-Alpes), etc.

Le faciès du Valanginien, que nous venons de décrire, se modifie vers le Nord et vers le Sud. Du côté du Jura et de la Savoie apparaît un type à Bivalves et Gastropodes dont nous parlerons plus loin ; il est accompagné à la montagne du Corbelet, près de Chambéry et dans plusieurs points des environs de Grenoble (Echaillon), de calcaires à type récifal contenant des Rudistes [*Valletia* du Corbelet et du Semnoz (Hollande 1896)].

A Malleval (Isère), M. Alfred Gevrey a découvert et soigneusement exploré une assise curieuse qui constitue un type spécial, riche en Echinides, modification très intéressante du Valanginien tout à fait inférieur. Nous avons déterminé dans sa collection les espèces suivantes provenant de Malleval :

Crustacés.
Duvalia conica Blainv., sp.
Belemnites bipartitus Blainv.
Duvalia Orbignyi Duval. sp.
— *lata* Blainv. sp.
Phylloceras semisulcatum d'Orb. sp.
Hoplites neocomiensis d'Orb. sp.; fréquent en échantillons calcaires de taille relativement grande, montrant bien que le type de la forme pyriteuse persiste dans l'adulte.
Hoplites pexiptychus Uhl. (adulte).
— *Arnoldi* Pict. et Camp.
— *Desori* Pict.
— — var. *gallica* Kil.
Natica sp.
Rostellaria sp.
Straparollus sp.
Trigonia caudata Ag.
Pholadomya elongata Munst.
Mytilus Couloni Marcou.
Goniomya Agassizi d'Orb. sp.
Alectryonia sp.
Terebratula Carteroni d'Orb.
Zeilleria tamarindus Sow. sp.
Rhabdocidaris Kiliani Cotteau. (Fréquent).
— sp.
— *tuberosa* Gras.
— *crassissima* Cott.
Pygurus rostratus Ag.
Disaster subelongatus d'Orb.
Holaster Lardyi Desor.
Holectypus neocomiensis Desor.
Cidaris meridanensis Cott.
Antedon sp.

Ce gisement mériterait une étude péciale.

Rappelons aussi la petite couche de l'Echaillon-les-Bains (Isère), connue depuis longtemps et qui représente un faciès à Ostracées du Valanginien inférieur (synchronique des marnes à Ammonites pyriteuses). On y trouve :

Glossothyris sp.
Rhynchonella multiformis Pict. (abondante).
Exogyra n. sp. (voisine de *Ex. Couloni*) (1). Nombreux débris d'Echinides, de Brachiopodes, etc.

Cette assise passe latéralement, ainsi que nous l'a montré M. P. Lory, à une couche grumeleuse à *Ter. Carteroni*, d'Orb., intercalée dans la partie supérieure des Calcaires récifaux de l'Echaillon et surmontée de couches coralligènes à Rudistes (*Valletia ?*), passant elles-mêmes au Calcaire du Fontanil.

Dans la chaîne de Raye (Drôme), M. Sayn a étudié les petites variations que présente cet étage; il énumère les fossiles qui s'y rencontrent et parmi lesquels se montrent déjà quelques types peu habituels aux marnes à Ammonites pyriteuses du Dauphiné méridional.

(1) Cette espèce qui se trouve déjà dans le Tithonique de la Boissière (Ardèche), existe à l'Echaillon-les-Bains, en assez bons exemplaires pour être figurée.

On sait, d'autre part, qu'aux environs de Grenoble, le *faciès mixte* du Néocomien inférieur comprend les assises suivantes, de bas en haut :

a. Berriasien. — Calcaires à ciment de la Porte de France et du Chevallon à *Hoplites Boissieri*, etc., passant au Nord à des calcaires subcoralligènes (Valanginien inférieur des auteurs).

b. Marnes à *Belemnites latus*, *Hoplites neocomiensis ;* disparaissant au Nord-Ouest, tandis qu'elles prennent, au Sud, un grand développement ; très fossilifères dans le Trièves (*Hoplites Roubaudi*, *Haploceras Grasi*, *Phyll. semisulcatum*, *Belemnites Emerici*, etc.).

c. Calcaires du Fontanil à faune valanginienne (*Natica Leviathan*, *Hoplites Thurmanni*, *Pholad. elongata* Munst., *Panopœa neocomiensis* d'Orb., *Gervillia anceps* Desh , *Janira atava* d'Orb., *Pygurus rostratus*, *Montmollini*, *Toxaster granosus* d'Orb , etc.).

d. Calcaire roux à *Ostrea rectangularis.*

e. Hauterivien glauconieux à *Belemnites dilatatus*, *Belemnites pistilliformis*, *Hoplites radiatus*, etc.

Dans le Dauphiné méridional (Diois) et la Haute Provence, d'autre part, le faciès vaseux à Céphalopodes que revêt le Crétacé inférieur comporte les termes qui suivent :

a. Berriasien — Calcaires marneux à *Hoplites Boissieri*, *Hopl. Malbosi*, *Hopl. Euthymi*, *Holcostephanus Negreli*, etc.

b. Marnes à *Hoplites pexiptychus* (*Roubaudi*), *Hopl. neocomiensis*, *Belemnites latus*, *Belemnites Emerici*, etc.

c. Calcaires marneux à *Hoplites regalis* (= *Hopl. neocomiensis* (*sensu lato*), var.), *Holcostephanus Jeannoti*, *Aptychus Didayi.*

d. Hauterivien à *Belemnites dilatatus*, *Hoplites radiatus*, etc.

Nous venons de démontrer qu'en ce qui concerne les *Céphalopodes*, — le seul élément qui permette du reste d'établir une comparaison entre ces deux séries, puisque de la riche faune de *Lamellibranches*, *Gastropodes*, etc., du faciès mixte, presque aucune espèce ne se retrouve dans le type vaseux, — la connexion était très grande entre les marnes à *Am. pexiptychus* et les calcaires du Fontanil. Ces derniers contiennent, en effet :

1° Une variété de *Holcostephanus Astieri* à côtes fines qui se rencontre très abondamment dans les marnes à fossiles pyriteux de la Drôme et des Basses-Alpes ;

2° *Holcost. drumicus* Sayn, forme encore inédite et commune aux marnes valanginiennes du Diois et de Chichiliane ;

3° *Hoplites neocomensis* d'Orb., sp., type, l'une des espèces les plus caractéristiques de ces marnes ;

4° *Hoplites neocomiensis* var., une variété spéciale jusqu'à présent à l'horizon de *Hoplites pexiptychus* (*Roubaudi*) ;

5° *Hoplites Pavlowi* nob. (= *Hoplites* n. f. ind., Neum. et Uhl. (Hilsbild. Pl. XLI et Pl. XL, fig. 1). Superbe exemplaire, identique au type du Hils ;

6° *Hoplites Thurmanni* (1), dont les tours internes, ainsi que nous l'avons démontré, comptent parmi les *Ammonites* les plus fréquentes de la zone à *Hoplites Roubaudi* et qui se montre déjà dans le calcaire berriasien à *Hop. Boissieri* et *Holcostephanus Negreli* de la Faurie.

7° *Lytoceras Liebigi* Opp. sp. en superbes échantillons, de très grande taille.

Le mode de conservation de ces coquilles, si différent dans les calcaires du Fontanil où les moules internes sont généralement de grande taille et empâtés et dans les marnes du Diois où la moyenne des échantillons ne dépasse pas 20 millimètres de diamètre et où la pyrite a conservé au moule toute sa fraîcheur et son relief, a seul empêché jusqu'à présent le rapprochement que nous venons de faire et qui, cependant, était tout indiqué.

La présence d'*Holcostephanus gratianopolitensis* et celle de *Hoplites Pavlowi*, qui font partie de groupes essentiellement septentrionaux (voir plus haut) rattachent heureusement notre faune du Fontanil à celles du *Néocomien allemand* et *jurassien*. D'un autre côté *Hoplites Thurmanni* dont le type provient du *Valanginien* classique (2), confirme l'assimilation des calcaires du Fontanil au *Valanginien supérieur jurassien*.

Quant à *Lytoceras Liebigi*, sa présence au Fontanil n'a pas grande importance, cette espèce passant du *Tithonique* au *Barrêmien*.

Il nous semble légitime de conclure de là qu'ainsi que l'avait fait prévoir la stratigraphie, on peut considérer les calcaires de Fontanil comme rentrant dans l'horizon des marnes à *Hoplites Roubaudi* (marnes à *Belemnites latus*, marnes à *Ammonites pyriteuses*, marnes à *Ammonites neocomiensis*) du Diois dont ils sont la continuation vers le Nord-Est. Si l'on considère, d'autre part, que ces calcaires renferment la faune (*Pygurus rostratus*, *Montmollini*, *Natica Leviathan*, *Hopl. Thurmanni*, etc., etc.), du *Valanginien* classique du Jura, avec lequel ils sont en continuité parfaite, il en résulte qu'ils

(1) Voir Trav. du Lab. de Géol. Fac. des Sc. de Grenoble, t. I, où nous avons décrit et figuré diverses variétés de cette espèce.

(2) *Hoplites Thurmanni* a été rencontré par M. Révil, dans le *Valanginien* du Mont Joigny, près de Chambéry, où cette espèce est également associée à des formes du groupe de *Hoplites neocomiensis* var. *amblygonius* Neumayr et Uhlig. Elle existe aussi au Mas Sicard, près Beaucaire (Gard).

doivent être nécessairement considérés comme représentant la dernière manifestation vers le Sud du faciès *valanginien* qui vient, aux environs de Grenoble, mourir en biseau dans la partie supérieure des marnes à *Amm. pexiptychus* (*Roubaudi*) *à Belemnites latus,* ainsi qu'on peut le constater facilement en se dirigeant de Grenoble au Mont-Aiguille par Varces et Saint-Andéol.

Il est fort à désirer que la composition du Valanginien dans la région comprise entre le Mont Aiguille et le Fontanil fasse l'objet d'un travail détaillé; c'est un des points intéressants qui restent à étudier dans les chaînes subalpines et il serait utile que cette lacune dans nos connaissances soit comblée le plus tôt possible par la publication de coupes de détail relevées dans la vallée de la Gresse.

Quant au parallélisme du Valanginien jurassien avec le Crétacé inférieur de la région delphino-provençale, M. Sayn a fait connaître, en 1889, la faune de *Céphalopodes* nettement valanginienne de la couche jaune à *Holcostephanus Astieri* et *Ostrea* (*Alectryonia*) *rectangularis* de Villers-le-Lac (Doubs) : *Cosmoceras* (*Saynoceras*) *verrucosum*, *Holcostephanus Carteroni*, *Grotriani*, etc., *Hoplites neocomiensis*, *Hoplites Arnoldi*, *Belemnites latus,* etc. Cette assise à *Ostrea rectangularis* se continue d'une façon très constante par le *Jura méridional* (Mont Vuache) jusqu'aux environs de Grenoble, où elle forme le sommet de l'étage *valanginien*, ainsi que les belles recherches de Ch. Lory l'ont depuis longtemps prouvé (Les géologues suisses en font de l'*Hauterivien*) (1).

Les calcaires roux et la limonite qui supportent cette couche sont également très constants et vont se terminer en biseau près de Grenoble (Calc. du Fontanil) dans les marnes à *Ammonites pexiptychus* (*Roubaudi*), *Belemnites latus*, dont ils renferment les *Céphalopodes* (*Hoplites Thurmanni*, *neocomiensis*, etc.). Les marnes à *Ammonites pyriteuses* du Diois représentent donc, sans aucun doute possible, les calcaires roux valanginiens du *Jura*, le calcaire du Fontanil près Grenoble, et les marno-calcaires à *Ostrea* n. sp. cf. *Couloni* et *Brachiopodes* de l'Echaillon-les-Bains.

(1) M. Schardt, notamment, a tout récemment encore (Ecl. geol. helv. 1895-1896) défendu cette manière de voir en se basant sur l'identité de faune de cette couche et de l'Hauterivien. Malheureusement, cette identité n'est fondée que sur des Bivalves, des Gastropodes et des Echinides et *non sur des Céphalopodes.* Nous avons fait voir que tous ces groupes étaient représentés par les mêmes espèces dans le Valanginien et dans l'Hauterivien du Sud-Est et que seuls les Céphalopodes permettent de distinguer les étages. Or, ces derniers indiquent, à Villers, un âge nettement valanginien.

Quant au *Valanginien inférieur* du Jura et de Salève (Marbre bâtard, Calcaires blancs à Nérinées et *Natica Leviathan*), qui repose à la Cluse de Chailles sur des assises à faune purbeckienne coupées de couches à *Ammonites* du *Tithonique supérieur*, nous croyons devoir *nécessairement* le considérer comme l'équivalent de la zone à *Hoplites Boissieri* (*Berriasien* des anciens auteurs), dans lesquels vient pousser nettement une apophyse (calcaires blancs jaunâtres, construits) à Fourvoirie (Isère). Il aurait en outre comme représentant, un peu plus au Sud, la partie supérieure jaunâtre, moins coralligène, des calcaires de l'Echaillon, sur laquelle reposent directement les marno-calcaires (*Valanginien inférieur*) de l'Echaillon-les-Bains.

La découverte faite par nous de *Natica Leviathan* (1) dans la partie supérieure des «calcaires blancs» d'Andon, près d'Escragnolles, montre bien, du reste, qu'une partie des formations récifales qui bordaient le bassin delphino-provençal à l'époque du *Jurassique supérieur* s'est continuée à l'époque berriasienne. Il découle de là que le *Purbeckien* du Jura correspond au *Tithonique supérieur seulement*, tandis que *la zone à Hoplites Boissieri aurait dans le Jura, pour équivalent, le Valanginien inférieur*. L'attribution au *Jurassique* de la zone à *Hoplites Boissieri*, entraînerait donc forcément l'âge jurassique des calcaires blancs à *Natica Leviathan* de la *région jurassienne*.

Le faciès vaseux à Ammonites pyriteuses suit le bord interne des chaînes subalpines et se continue jusque dans la Haute-Savoie, où M. Haug en a constaté l'existence. M. Renevier a décrit des couches analogues dans les Alpes Vaudoises; le Néocomien du Chablais a également le type à Céphalopodes. Le même faciès s'étend à l'Est des Basses-Alpes à Seynes, Allos, etc., et atteint, à l'Ouest du Rhône, la région de l'Ardèche (Le Pouzin, Vogué, Berrias).

Au Sud, le type à Bivalves réapparaît dans les Bouches-du-Rhône, où il a été étudié avec grand soin par M. Collot (2) et où il présente à peu près les mêmes caractères que dans la région jurassienne (Pourrières).

A La Palud de Moustiers et Moustiers-Ste-Marie (Basses-Alpes), il présente le faciès à Spatangues avec les espèces suivantes :

(1) *Natica Leviathan* se rencontre du reste dans le *Berriasien* du Gard, d'après M. Jeanjean, et dans celui des Bouches-du-Rhône, d'après M. Collot.

(2) *Loc. cit.*

Pholadomya elongata Münst.
Trigonia caudata Ag.
Disaster subelongatus d'Orb.
Toxaster granosus (1) d'Orb., (abondant).
Hoplites Thurmanni Pict., sp.
— *Desori* Pict., sp.
— *hystrix* Ph., sp.
— *oxygonius* N. et U.
— *amblygonius* N. et U.
Hoplites regalis Bean, sp.
Holcostephanus utriculus Math. sp.
— *Astieri* d'Orb., sp.
— *Jeannoti* d'Orb. sp.
— *psilostomus* N. et Uhl.
— *Atherstoni* Sharpe sp.
Duvalia lata Blainv. sp.
Etc., etc.

Une ligne passant par La Palud de Moustiers et la Garde marque la limite de l'extension méridionale de cet étage, au-delà de laquelle on voit les couches hauteriviennes reposer directement sur les calcaires blancs considérés comme jurassiques (Escragnolles).

MM. Munier-Chalmas et de Lapparent adoptent l'étage Valanginien dans leur nouvelle nomenclature, mais établissent des sub-

(1) Nous avons soumis à notre confrère, M. Jules Lambert, les nombreux exemplaires de cette forme *tout à fait caractéristique* du Valanginien à « Spatangues » des environs de Moustiers, de La Palud, etc. Voici ce que nous écrit à leur sujet notre éminent Echinologiste :

? **Toxaster granosus** d'Orbigny (*S. Echinospatagus*). Les échantillons ainsi déterminés ne sont pas typiques ; l'espèce de d'Orbigny est caractérisée par sa forme allongée, les pores de son ambulacre impair très inégaux, son sillon antérieur très atténué et la présence de deux séries de tubercules dans l'ambulacre impair. Aucun des échantillons communiqués ne présente exactement ces caractères. Seul un petit échantillon du Moustiers paraît avoir son ambulacre impair tuberculeux ; les autres auraient dû en être séparés ; si cette séparation n'a pas été faite, c'est que la plupart sont identiques à des individus par moi recueillis dans le Valanginien de Bellaigues (Vaud) et rapportés par de Loriol et Cotteau au *Toxaster granosus*.

Quoiqu'il en soit, il importe de noter que ce *Toxaster granosus* de Moustiers-Sainte-Marie, de Castellane et en général des Alpes françaises (Robion, Jabron, Clars, près Escragnolles), n'est pas le vrai *T. granosus* dont le type est du Valanginien de Sainte-Marie (Vaud), et il serait sans doute préférable de leur imposer un nom nouveau.

Voisine du *T. granosus*, cette espèce serait caractérisée par sa forme plus courte, plus renflée, avec sillon antérieur plus atténué, son ambulacre impair à pores faiblement inégaux et dépourvu de tubercules dans la zone interporifère. Elle diffère du *T. retusus* par son sillon antérieur moins profond, sa forme générale moins déclive en avant, son apex plus central, les pores de son ambulacre impair moins inégaux. Cette espèce a été plusieurs fois confondue avec le *Toxaster Ricordeaui* dont elle rappelle la forme générale, mais auquel il est impossible de la rattacher puisqu'elle n'appartient pas à la même section des *Toxaster*, le *T. Ricordeaui* étant pour de Loriol un *Miotoxaster*.

divisions qui ne nous paraissent pas tout à fait conformes aux résultats que nous venons d'exposer.

C'est ainsi que dans le Valanginien de ces auteurs, 1° A. correspondrait à la zone à *Hoplites Boissieri*, I° B. aux *Marnes à Hoplites pexiptychus* (*Roubaudi*) (1) et 2° aux couches à *Hoplites regalis* et *amblygonius* (2) du Midi, mais le gisement de *Saynoceras verrucosum* (3), espèce fréquente dans le bassin du Rhône est la zone 1B et non dans l'assise 2 où ne se rencontre du reste plus qu'à l'état de rareté *Duvalia lata*, dont le gisement principal est dans la zone à *Hoplites Boissieri*. Cette dernière espèce débute du reste assez bas dans le *Tithonique* et disparaît presque dans le *Valanginien supérieur*.

Ajoutons que M. Pierre Lory (Congrès de Zurich ; Arch. Sc. phys. et nat. de Genève, XXXI, 1894, p. 301) a reconnu l'âge nettement *valanginien* de la partie terminale du récif de l'Echaillon à *Terebratula Carteroni* qui passe d'une part aux couches du *Valanginien blanc à Rudistes (Valletia?)* et, de l'autre, aux assises marneuses à *Exogyra* cf. *Couloni* et *Brachiopodes* de l'Echaillon-les-Bains (Isère).

Dans une partie des Bouches-du-Rhône et du Gard, l'étage Valanginien se modifie également dans sa partie supérieure [la base de l'étage est marneuse et renferme ses espèces habituelles dans le Gard (Némausien)] ; il possède là un type un peu spécial qui n'est plus le même que celui de la Drôme et des Basses-Alpes, et qui se confond souvent avec l'Hauterivien ; ce sont des calcaires grenus souvent un peu marneux, à taches bleues, où la teinte jaune domine ; la faune est composée d'Ammonites, de quelques Spatangues, de Bivalves, etc., et ce Valanginien supérieur est *assez difficile à distinguer de l'Hauterivien*, qui a le même faciès et une faune très analogue. Seuls, les Céphalopodes permettent parfois de distinguer les deux étages ; on y remarque l'absence complète des *Lytoceras*, des *Phylloceras*, des *Haploceras* et la fréquence extrême des *Hoplites*.

Un fait très remarquable est la très grande analogie de cette

(1) Contenant aussi *Hopl. Thurmanni* Pict. et Camp., et *Oxynoticeras heteropleurum* Neum. et Uhl.

(2) Qui ont bien ici leur maximum de développement.

(3) W. Kilian. Thèse sur la Montagne de Lure, 1888, p. 202. Il est vrai que M. Sayn a signalé un exemplaire isolé de cette espèce dans la couche jaune de Villers-le Lac, mais le niveau où se rencontrent dans le Midi de nombreux échantillons de cette faune, est bien la zone à *Hoplites pexiptychus*.

faune avec celle que MM. Neumayr et Uhlig ont décrite dans le Hils de l'Allemagne du Nord.

C'est ainsi que nos propres recherches, celles de M. Pellat et les collections de MM. Allard et Curet, nous permettent de citer du Valanginien supérieur des environs de Tarascon :

Holcostephanus Grotriani Neum. et Uhl. Carrière du Mas Sicard, près Beaucaire et près Villa Félix. Collections Pellat et Allard.
Hoplites Thurmanni P. et C. sp., type et variété *allobrogica* Kilian. Mas Sicard. Forme type et grands échantillons adultes, presque lisses.
— *amblygonius* Neum. et Uhl., adulte. Très commun, carrière du Mas Sicard, près Beaucaire. Alpines. Collections Pellat et Kilian.
— — Alpines et Montagnette. Collection Curet.
— *oxygonius* Neum. et Uhl. Montagnette et Mas Sicard, près Beaucaire. Collections Curet et Kilian.
— *regalis* Bean (in Pavlow.) très abondant dans les Alpines et au Mas Sicard, près Beaucaire.
— *cryptoceras* d'Orb. (type). Montagnette. Collection Curet.
— *Vaceki* Neum. et Uhl. Mas Sicard, près Beaucaire.
— *longinodus* Neum. et Uhl. Id. Id.
Crioceras Seeleyi, Neum. et Uhl., Id. Id.
— *angulatum* Torc. Montagnette. Collection Kilian.
Nautilus pseudoelegans d'Orb. Montagnette. Collection Curet.
Panopæa neocomiensis Ag.
Toxaster, etc., etc.

De nouvelles recherches montreront quelle est la limite exacte à établir, dans cette région, entre les étages valanginien et hauterivien et quels sont les éléments caractéristiques de ces deux faunes. L'Hauterivien type à *Toxaster retusus* est bien développé à Rousty, dans les Alpines.

On voit se présenter ici une série de Céphalopodes, qui, par sa composition, diffère beaucoup de celle du Valanginien à Ammonites pyriteuses de la Drôme et des Basses-Alpes; les *types appelés septentrionaux* dominent et rappellent ceux du Jura, de Malleval (Isère), du Fontanil. On est frappé du fait que la réapparition de ces formes dans la région delphino-provençale semble étroitement liée à l'existence de Spatangues, de Bivalves, de Gastropodes, etc., dans les mêmes assises.

On pourrait objecter que ces *Hoplites* étant généralement de

grande taille, pourraient représenter les formes adultes de certains petits *Hoplites* désignés par un autre nom dans les marnes valanginiennes, mais, outre que les études de M. Sayn nous éclaireront prochainement à ce sujet, il demeure toujours incontestable qu'un grand nombre de types prédominants dans les marnes à *Hoplites pexiptychus* et dans l'Hauterivien subalpin font **totalement défaut** ici ; ces types sont surtout : les *Lytoceras*, *Phylloceras* et *Haploceras*.

Ajoutons, comme fait digne de remarque, qu'en France et dans les îles Baléares, plusieurs des espèces étudiées en Angleterre et en Russie par M. Pavlow, notamment *Hoplites regalis*, *Holcostephanus rotula* et *Astieri*, se rencontrent à un niveau bien défini, celui des Marnes à *Hoplites pexiptychus*, *neocomiensis* et *Belemnites Emerici*. Cette constatation peut avoir une certaine importance pour le parallélisme des couches inférieures au niveau à *Hoplites regalis* de Russie, dont une partie (C. à *Am. Keyserlingi*) doit encore correspondre à la première zone crétacée (zone à *Hoplites Boissieri* et *Holcostephanus ducalis*).

C. — Hauterivien

Calcaires moins marneux, avec *Belemnites dilatatus* à la base, et *Crioceras Duvali* à la partie supérieure (= Calcaires à Criocères, Lory (partim) ; zone des Bélemnites plates (parties moyenne et supérieure, E. Dumas). (V. Annuaire géol. univ., IV, p. 342).

L'Hauterivien est caractérisé par *Crioceras Duvali* et *Belemnites dilatatus*. Il est constitué par une grande épaisseur de marno-calcaires bicolores à *Crioceras Duvali*, *Holcodiscus incertus* ;

Bel. dilatatus, et *Holcost. Jeannoti*, paraissent localisés à la base et accompagnant quelquefois des *calcaires à silex* que M. Leenhardt a décrits sous le nom de *Préurgonien*, à cause de leur analogie avec certains bancs du facies urgonien de l'Aptien inférieur. Il existe au sommet un niveau plus dur à *Crioceras angulicostatum*. Vers la partie supérieure, l'Hauterivien montre (*Noyers* ; *Laborel*, M. Paquier) un horizon pyriteux à *Phylloceras infundibulum*, *Oppelia* sp., *Sonneratia* sp. nov., *Desmoceras* cf. *ligatum*, *Aptychus angulicostatus* (caractéristique), *Crioceras* aff. *Duvali*. M. Sayn a signalé une couche pyriteuse analogue à la base de l'étage (v. plus bas).

La faune de cet étage compte plusieurs espèces des horizons inférieurs : *Bel. pistilliformis*, *Lyt. subfimbriatum*, *Phyll. Calypso*, *Tethys*, *Hopl. regalis*, *Holc. Astieri* (cette dernière forme arrive ici,

avec quelques nouvelles espèces du même groupe, à son maximum de développement ; c'est la dernière fois que nous la rencontrons, elle ne se trouve plus dans le Barrêmien), *H. psilostomus*, *Jeannoti*, *Pygope diphyoides* (La Charce), *Aptychus Seranonis*, etc. — *Bel. dilatatus*, *Lyt.* aff. *Phestus*, *Holcost. Carteroni*, *H. Sayni*, *Holcod. intermedius*, *Holcod. incertus* (très commun), *Hoplites cryptoceras*, *H. radiatus*, *Leopoldi*, *H. Inostranzewi* Karak. (Rottier), *Aptychus angulicostatus* Pict., *Crioceras angulicostatum*, *Cr. Duvali*, *Cr. villersianus*, *Ptychoceras* sp., semblent être habituellement propres à cette zone qui est reliée par quelques rares espèces (*Phyll. infundibulum*, *Desm. ligatum*, *cassida*, *Ter. Moutoni*) aux horizons immédiatement supérieurs. Il est très intéressant de signaler à ce niveau la présence d'une série de formes du Néocomien jurassien ou septentrional, telles que *Holcost. Carteroni*, *Holcostephanus bidichotomus*, *Hoplites radiatus*, etc., etc. (v. plus bas), précieux éléments en faveur du parallélisme de l'assise à *Crioceras Duvali* avec l'Hauterivien du Nord.

Localités typiques (1) : Puy de Manse, près Gap, Fontaine de Serres, Sigottier, Montclus (Hautes-Alpes), (*Astieria*, n. sp.), Guitard près Luc (Drôme), Montmiret, Aouste, Chatillon-en-Diois, Villeperdrix, Vaucluse, Eyrolles, Rémuzat, Verclause, Les Vaux, la Charce et Valdrôme (Drôme), Feissal, Vergons, le Cheiron (Basses-Alpes).

Dans le Diois (Rottier, Chatillon), cet étage contient en quelques points, des intercalations lenticulaires à *Rhynchonella peregrina* et Gastropodes (*Aporrhais* sp.), mais il renferme les mêmes Céphalopodes caractéristiques qu'à Montclus ; *Duvalia binervia*, *D. dilatata*, *Crioceras Duvali*, *Hoplites castellanensis*, *Hoplites* sp., *H. longinodus* N. et Uhl., *Crioceras angulicostatum*, *Holcost. Astieri*, *Holc. Sayni*, n. sp., *Holcodiscus intermedius*, abondent à Valdrôme avec *Pecten alpinus* d'Orb., *Inoceramus* sp., *Glossoth. hippopus*, *Gl.* (*Pygope*) *diphyoides*, *Ter. Moutoni* d'Orb. A la Charce, on trouve les mêmes espèces (*Lyt. subfimbriatum*, *Desmoc. cassidoides*, *Crioceras* sp., *Cr. Sablieri* Ast.) ; nous y avons remarqué en outre une espèce nouvelle voisine de *Holcost. Astieri* et de beaux *Bel. jaculum* (2).

(1) V. Haug. *Loc. cit.*, p. 114, 115, pour le N.-E. des Basses-Alpes et le Gapençais. — Consulter aussi dans les publications d'Hébert et de Lory, les coupes de la Charce Montclus, Chatillon, St-Julien, Eyrolles, etc., devenues depuis longtemps classiques. — Sur le Néocomien à *Bel. dilatatus*, *Crioc. Duvali* (= *Crioceratites Fourneti* Duval) et Spatangues, v. Duval, Terrain néocomien de la Drôme (Ann. Soc. d'Agric., etc., de Lyon, t. II, 1839).

(2) Les Bélemnites du Néocomien n'ont été soumises à aucune révision sérieuse ; un travail de ce genre s'impose, car la synonymie de certaines espèces est loin

Dans la chaîne de Raye, près Valence, M. Sayn a décrit un niveau pyriteux à *Holost. hispanicus* Mallada (= *Bigueti* Sayn), très intéressant. M. Paquier a depuis signalé dans d'autres localités un autre horizon pyriteux, découvert également par l'abbé Latil, dans l'Hauterivien de Noyers-sur-Jabron. Ce dernier gisement a été repéré et visité par nous et complète la liste déjà très longue des niveaux crétacés de la vallée du Jabron. On y trouve des *Desmoceras*, des *Oppelia* (nov. sp.) et des *Sonneratia*.

L'Hauterivien vaseux est caractérisé par la prédominance de quelques formes qui lui donnent, dans la Drôme et les Basses-Alpes, un cachet méridional, ou méditerranéen nettement accusé. Ce sont surtout les *Desmoceras* (*Desm. ligatum*), les *Phylloceras* (*Ph. infundibulum*, *Ph. Tethys*), les *Lytoceras* (*L. subfimbriatum*) et les *Holcodiscus* (*H. incertus*, *H. intermedius*, etc.).

Les changements de faciès de l'Hauterivien ne se font qu'à peu près parallèlement à ceux du Valanginien (v. Pl. XIII) ; le faciès vaseux occupe cependant sensiblement la même surface (1) que pour

d'être claire malgré les travaux successifs de Raspail, Duval-Jouve, d'Orbigny, Pavlow, etc.

Nous tenons, pour le moment, à attirer spécialement l'attention sur les formes suivantes, assez fréquentes dans l'Hauterivien :

Belemnites pistilliformis Blainville, 1829 (= *pistillirostris* Pavlow = *pistillum* Roem, Phill.), espèce claviforme facilement reconnaissable et réunie à tort à la suivante par divers auteurs.

Loc. : La Lagne, le Cheiron, Chatillon-en-Diois. Castellane, Clars, etc.

Belemnites jaculum Phillips, 1829 (= *subfusiformis* autor. = *subfusiformis* d'Orb.; = *pistilliformis* d'Orb. (*p. parte*) ; non = *fusiformis* Voltz.) D'Orbigny a confondu cette espèce, tantôt avec *Bel. semicanaliculatus*, de l'Aptien, tantôt avec *Bel. pistilliformis* Blainv.

Loc.: Route de Séranon, la Lagne, Castellane, Clars, la Motte-Chalancon, St-Julien. Vesc, Chamatte, le Cheiron.

M. Honnorat a figuré sous le nom de *Bel. Josephinae* n. sp., une longue espèce grêle de l'Hauterivien à *Exog. Couloni* de Chateauneuf-les-Moustiers. Cette forme est abondante dans le Néocomien du Midi.

En ce qui concerne les *Crioceras* de l'Hauterivien et du Barrêmien, nous ferons remarquer qu'il serait utile de les étudier de très près. M. Nolan a récemment publié (*B. S. G. F.*, 3e série, t. XXII, p. 183, 1894) une intéressante étude sur plusieurs formes de ce groupe, mais la monographie des Céphalopodes déroulés de France est encore à faire Remarquons à ce propos que :

Crioceratites Fourneti Duval (= *Cr. Duvali* Lév., var.) ;

Crioceras latus Gabb., de Californie, est également très voisin de *Cr. Duvali* comme *Cr. Remondii* Gabb. l'est de *Cr. Villersi* d'Orb. (var. *in* Nolan).

Holcodiscus intermedius d'Orb. = *Holc. Vandecki* de Loriol = *Am. Licianus* Catullo (Intorno, pl. III, fig. 5).

(1) M. Haug a signalé des Criocères à la Cascade d'Arpenaz, en Haute-Savoie.

l'étage précédent; lorsqu'on s'éloigne de la région où il est développé, on rencontre : dans la zone jurassienne, le faciès des marnes à Spatangues (ou d'Hauterive), des assises oolithiques et spathiques, à débris, contenant des Bivalves, des Ostracées et quelques Céphalopodes (*Hoplites Leopoldi*, *Hop. radiatus*, *Holcostephanus Astieri*, *Belemnites dilatatus*, *Bel. pistilliformis*, *Crioceras Duvali*) [*Hopl. castellanensis*, à Chaffardon (Savoie)], des couches *glauconieuses* « chloritées », phosphatées, des marnes à Bryozoaires, etc. Les types méridionaux d'Ammonites, tels que *Haploceras Grasi*, n'apparaissent que dans le voisinage des Alpes (Salève, Alpes Vaudoises, etc.). Il faut signaler comme raretés dans le facies glauconieux : *Lytoc. subfimbriatum*, *Hapl. Grasi*; *Holc. incertus* est plus abondant dans certaines localités subalpines (Peyroules, etc.). Près de Grenoble, le faciès mixte offre à la base des bancs *glauconieux* à *Bel. dilatatus*, *Hoplites* (*Hopl. radiatus*, *Leopoldi*, *castellanenses*), et à la partie supérieure, le type vaseux à *Crioceras Duvali*.

La localité de St-Pierre-de-Chérennes (Isère) est tout à fait remarquable pour l'étude de cet étage dont l'assise inférieure, glauconieuse et phosphatée, est accompagnée d'un niveau à Echinodermes et Brachiopodes des plus intéressants. La collection Ch. Lory (F. des Sc. de Grenoble), celles de M. Sayn et de M. Robert (Muséum de Grenoble), et la collection Gevrey, renferment de ce niveau (1) :

(1) Il y aurait là matière à une jolie monographie paléontologique. Voici la coupe de cette localité, telle qu'elle résulte d'une exploration préliminaire qui devra être complétée par les études détaillées que nous espérons voir entreprendre dans ce gisement si exceptionnellement intéressant :

(De haut en bas) :

9° Calcaires urgoniens à Requienies, *Radiolites neocomiensis*, *Heteraster oblongus*, etc.

Lacune de quelques mètres.

BARRÉMIEN

8° Calcaire marneux à *Toxaster retusus*, *Exogyra Couloni*, *Trigonia caudata*, *Hoplites cruasensis*. Fossiles portant parfois des Orbicules siliceuses.

HAUTERIVIEN

7° Calcaires bleuâtres, submarneux à *Crioc. Duvali*, *Bel. subfusiformis*, (*jaculum*), *Toxaster retusus* (*Echinospatagus cordiformis*).

6° Marno-calcaires gris-bleus.

5° Couche glauconieuse très fossilifère à *Cidaris punctatissima* (commun), *Glossothyris hippopus*, *Ter. Moutoni*, *Hemicrinus Astieri* (commun), etc., etc.

4° Niveau glauconieux et phosphaté avec *Belemn. subfusiformis*, *Bel. dilatatus*, *Holcod. incertus*.

3° Marnes grisâtres.

2° Couche-limite glauconieuse à *Crioceras* sp., *Belemnites subfusiformis*, *Desmoceras* sp., *Hoplites castellanensis*.

VALANGINIEN

1° Calcaire roux à silex avec *Janira atava* Roem. (de grande taille).

Belemnites jaculum Phill.
Bel. (*Duvalia*) *dilatatus* Bl.
Nautilus pseudoelegans d'Orb.
» *neocomiensis* d'Orb.
Haploceras Grasi d'Orb., sp.
Phylloceras infundibulum d'Orb., sp.
Holcostephanus Sayni, n. sp (= *Am. Astieri* d'Orb., var. à côtes fines).
Holcostephanus sp.
» *hispanicus* Mall. (découvert par M. Paquier).
Holcostephanus cf. *Atherstoni* Sharpe.
Holcodiscus intermedius d'Orb. sp.
Crioceras sp.
Placenticeras (??) *clypeiforme* d'Orb. sp.

L'Ammonite citée sous le nom de *Desm. difficile*, de cette localité, et dont l'original se trouve à la Faculté des Sciences de Grenoble, *n'est pas un Desmoceras*. Elle mérite d'être étudiée de près.

Hoplites radiatus Brug., sp.
» *Leopoldi* d'Orb., sp.
» *castellanensis* d'Orb., sp.
» *longinodus* Neum. et Uhl.
» *regalis* Bean (typique).
» *curvinodus* N. et Uhl.
» *paucinodus* N. et Uhl. (typique).
» n. sp.
Pleurotomaria neocomiensis d'Orb.
Terebratula Moutoni d'Orb.
Glossothyris hippopus Roem., sp.
Rhynchonella Dollfusi Kil.
Cyphosoma paucituberculatum Gras.
Cidaris heteracantha Gras.
» *punctatissima* Ag.
Disaster anasteroides Des.
Hemicrinus Astieri d'Orb. (Espèce du Prodrome, non figurée).
Et de nombreux Brachiopodes, à étudier.

Rappelons à ce propos que Duval-Jouve (*loc. cit.*) avait remarqué déjà la fréquence d'Oursins du type « *Cidaris clavigera* » dans le Néocomien *glauconieux* des Basses-Alpes.

Ch. Lory a analysé les phosphates du niveau glauconieux de l'Hauterivien des environs de Grenoble.

Au Sud, des transformations s'observent dans la partie méridionale des Basses-Alpes, dans les Alpes-Maritimes et près de Vintimille (*fide* Franchi), où l'on voit réapparaître le *faciès glauconieux et phosphaté* à la Martre, à Chabrières (Basses-Alpes), Escragnolles (Alpes-Maritimes), etc.

Ainsi que l'a fait remarquer M. Haug (*loc. cit.*, p. 117), le facies à Spatangues apparaît également à Chabrières (Basses-Alpes) où M. Vélain l'a décrit.

Il est remarquable de constater la *liaison de certaines espèces de Céphalopodes avec le faciès glauconieux*, aussi bien pour l'Hauterivien [Jura, Saint-Pierre-de-Chérennes (Isère), Peyroules (Basses-Alpes) (nombreux Brachiopodes, Echinodermes, etc.), Coursegoule] que pour que le Barrêmien (Escragnolles, le Bourguet, la Palud, etc.). Ces espèces sont, pour l'Hauterivien :

Hoplites radiatus Schl. sp. (perdant parfois son ornementation dans l'adulte), la Martre, Escragnolles, Peyroules, Moustiers.

Hoplites paucinodus N. et U., Peyroules.

» *Leopoldi* d'Orb., sp., la Martre, Peyroules, Escragnolles,

Narbonne, près Grenoble. Dans le Sud-Est de l'Espagne, *Hoplites Leopoldi* se retrouve *toujours associé aux Spatangues et aux Ostracées*, ainsi qu'il résulte des descriptions données par M. Nicklès.

Hoplites discrepans Ret., Peyroules.

» *castellanensis* d'Orb., Escragnolles, St-Pierre-de-Chérennes.

Schlœnbachia cultrata d'Orb. sp., Peyroules (avec *Zeilleria tamarindus*), Escragnolles ; = *Am. Bathildae* Honnorat ; à signaler aussi la var. *cultratiformis* Uhl., fréquente à Escragnolles. Cette espèce a une extension limitée au facies à *Toxaster*.

A Escragnolles (St-Martin, les Galants), les Lattes (*Duv. dilatata*), le Revest, le Bourguet, Chateauneuf-les-Moustiers, la Garde, Comps, Robion, Chevion, Moustiers Ste-Marie (Basses-Alpes), et dans plusieurs autres localités, on distingue, dans l'Hauterivien, plusieurs subdivisions :

1° Marnes et calcaires glauconieux à *Toxaster retusus* (*Echinospatagus cordiformis*), *Pholadomya elongata*, *Haploceras Grasi* (1), *Crioceras* cf. *Roemeri*, *Hoplites radiatus*, *H. castellanensis*, *H. paucinodus* N. et Uhl., *H. Leenhardti* Kil. (= *neocomiensis* Pict., non d'Orb.), *Schloenb. cultratiformis* et *cultrata*. *Nautilus neocomiensis* d'Orb., *N. pseudo-elegans* d'Orb.

2° Calcaires marneux à Bélemnites plates (*Duvalia dilatata*), *Bel. subfusiformis* (Peyroules).

3° Calcaires blanchâtres de type vaseux à *Crioceras Duvali* (2).

Vers le Sud-Ouest, les formes caractéristiques du type vaseux, telles que : *Phylloceras infundibulum*, *Desmoceras ligatum*, *Holcodiscus intermedius*, etc., disparaissent également, plus ou moins complètement ; en même temps se montrent les *Echinides : Toxaster retusus* (*Echinospatagus cordiformis*), *Disaster anasteroides*, *D. subelongatus*, les *Bivalves* (*Exogyra Couloni*, *Alectryonia Boussingaulti*, *Trigonia caudata*, etc.), les *Brachiopodes* (*Terebratula Carteroni*, *Terebraluta sella*, *Rhynchonella multiformis*).

Il en est ainsi à Castellane, le Logis-du-Pin, la Lagne, Comps, Jabron, Robion (v. Hébert, *loc. cit.*, 1871), à Gréoulx (Basses-Alpes) (*Crioc. Seeleyi*, *Hopl. curvinodus*, *Holc. Atherstoni*), à la Bastide-des-Jourdans, à St-Julien-de-Montagney (Var), dans la Montagnette,

(1) *Haploceras Grasi* existe dans les couches glauconieuses de Peyroules avec *Hopl.* cf. *longinodus*, *Holcost. Boussingaulti*, etc.

Hoplites Leopoldi a été rencontré par nous au Mont Luberon.

(2) *Crioceras Duvali* se rencontre dans le Sud des Basses-Alpes, à la Baume (Castellane), Moriez, Senez (Lioux), Clue de Chabrières, Beynes, Châteauneuf-les-Moustiers, la Palud-de-Moustiers, Moustiers, Clues du Péouvé, près Tanaron.

dans les Alpines, à Rousty (Spatangues) (1) et aux environs de Beaucaire, à Allauch, la Nerthe, Aubagne, etc., où l'Hauterivien peut être facilement confondu avec le Valanginien à Spatangues (*Toxaster granosus*).

A ce faciès paraissent liés certains types (2) d'Ammonites qui s'y rencontrent (3) à l'exclusion des autres, ce sont :

Hoplites radiatus Uhl. Beaucaire, Alpines (Coll. Curet), Rousty.
— *Leopoldi* d'Orb., Rousty, Villa Félix (Coll. Pellat), Mas Sicard, Allauch (*fide* Hébert).
— *longinodus* N. et Uhl., Laval (Greoulx).
Holcostephanus Atherstoni Sharpe, sp., Greoulx (Bastide-des-Jourdans.
— *Astieri* d'Orb. (type), Alpines (Coll. Curet),

Ce sont précisément la plupart des espèces communes au Jura ou au Hils de l'Allemagne du Nord et réputées septentrionales qui reparaissent ainsi d'une façon constante dans les types littoraux de l'Hauterivien.

Remarquons aussi que nous avons observé les mêmes phénomènes dans le Valanginien et que, là où ils se produisent, les *deux étages deviennent difficiles à séparer* et les formes communes se multiplient tout comme dans le Hils, dont une partie doit indubitablement être rapportée au Valanginien, contrairement à l'opinion généralement admise et développée par M. Suess dans l'Antlitz der Erde (Tome II, Chap. sur les mers mésozoïques).

(1) M. Pellat nous a obligeamment guidé dans une série de gisements intéressants des environs de Tarascon.

(2) *Desmoceras Julianyi* Honnorat sp. se rencontre aussi plus spécialement dans l'Hauterivien à Spatangues. L'*Ammonites Julianyi* est une des formes établissant la transition entre *Desmoceras* et *Pachydiscus* et assez voisine de (?) *Pachydiscus Neumayri* Haug. Il s'éloigne sensiblement de *Desmoceras Uhligi* Haug, dont le rapproche M. Honnorat.

Cette espèce existe à Moustiers-Ste-Marie, à Rebion (Basses-Alpes), etc.

Am. clypeiformis, également fréquente dans les couches de ce type, est une espèce mal définie ; ses cloisons n'ont jamais été étudiées.

A citer aussi quelques *Schloenbachia* : en particulier *Schloenbachia Lxion* d'Orb., espèce très rare, et *Schl. helius* d'Orb., sp.

(3) M. Curet nous a communiqué de la région des Alpines, quelques espèces qui auraient été recueillies dans l'Hauterivien, ce sont :

Pachydiscus Neumayri Haug. Montagnette.
Lytoceras cf. *Liebigi* Opp., de Parouvier, cité aussi par Hébert des calcaires à Spatangues d'Allauch (Bouches-du-Rhône).
Desm. ligatum d'Orb., des Alpines.

} Ces deux formes doivent être signalées comme raretés dans les couches de ce faciès. Proviennent-elles réellement de l'Hauterivien ?

L'Oursin qui caractérise, par son abondance, l'Hauterivien littoral et qui y joue le rôle que *Toxaster granosus* remplissait dans le Valanginien, est le *Tox. retusus* Lam. Voici, d'après une obligeante communication de M. Lambert, la synonymie de cette espèce :

Toxaster retusus Lamarck (*Spatangus*). — Cette espèce, bien connue, est caractéristique du Néocomien. D'Orbigny et Cotteau lui ont donné le nom de *Echinospatagus cordiformis* ; de Loriol la nomme *Toxaster complanatus*. En ce qui concerne le terme générique, il me paraît, comme à MM. Pomel et de Loriol, que celui de *Toxaster* doit être préféré, puisque l'*Echinospatagus cordiformis* Breynius est essentiellement une espèce vivante. En ce qui concerne le terme spécifique, celui de *retusus* donné par Lamarck en 1819 est certainement le plus ancien et il a été justement adopté par Goldfuss, Leymerie, etc. Le nom de *complanatus* attribué à l'espèce par Agassiz, qui suivait, en 1836, une erreur de de Blainville, ne saurait être maintenu. En effet, l'*Echinus complanatus* Gmelin 1789 a été créé pour le *Spatangus depressus* Leske (parce que ce dernier terme spécifique figurait déjà sous le N° 47 de Gmelin) ; or, le *S. depressus* était une espèce nominale, dont le type figuré, d'ailleurs non conforme à la description, serait un *Echinobrissus*. Quant à la deuxième figure de Langius (Pl. 35), rapportée par Leske à son *S. depressus* et provenant des marnes d'Hauterive, on ne saura jamais ce que c'est, car cette figure représente une espèce, cordiforme à ambulacres étroits, pétales droits, allongés, fermés, à zones porifères égales et péristome fortement labié. Le vrai *Toxaster retusus* de Lamarck a été mentionné par Gmelin, confondu avec son *E. subglobosus* dont le type est un *Holaster*.

En résumé, ou notre espèce correspond à l'*Echinus complanatus* de Gmelin et alors elle devrait reprendre le nom spécifique et plus ancien de *depressus* Leske, 1778 ; ou bien, différente, elle a été confondue avec un *Echinobrissus*. Dans aucun de ces derniers cas, elle ne peut conserver le nom de *complanatus*. Lamarck en 1816 lui en a donc très correctement imposé un nom nouveau qui seul doit être maintenu ; le tort de Lamarck est d'avoir mis, en synonymie, le type de l'*Echinus complanatus*, qui est très certainement un Cassidulide.

Un *facies mixte* s'observe dans une série de localités ; par exemple à Livron (Drôme) : l'Hauterivien à *Toxaster retusus* se présente là (Pont de Livron) sous la forme de calcaires marneux bleuâtres, renfermant, à la partie supérieure, *Crioceras Sablieri* Astier en beaux exemplaires avec *Exogyra Couloni* et *Toxaster retusus* ; le tout

est surmonté, vers Allex (sommet du coteau), par des calcaires barrêmiens à *Desm. difficile* et *Hopl. cruasensis* (très commun). Près du Château-Pergaud les calcaires bleuâtres hauteriviens supportent un niveau marneux à *fossiles pyriteux* avec : *Bel. subfusiformis* Blainv., sp., *Phylloceras* sp., *Hoplites* (*Crioceras*) *angulicostatum* d'Orb., sp., *Hoplites* sp., *Aspidoceras* sp., *Terebratula Moutoni* d'Orb.

Plus au Midi, dans la région du Luberon, l'Hauterivien possède déjà le type à *Hoplites* et à Spatangues, alors que le Néocomien inférieur a encore le facies vaseux. A la Garrigue de la Débouillère, près Cucuron, par exemple, M. Deydier (*in* coll.) y a recueilli outre de nombreux Bivalves : *Toxaster retusus* Lamk., *Hoplites amblygonius* N. et Uhl., *Hopl. radiatus* Brug., sp., *Hoplites* (plusieurs espèces), *Holcostephanus utriculus* Math., sp., *Exogyra Couloni*, *Pinna sulcifera* Leym., Ossements de Sauriens. L'Hauterivien à Spatangues existe aussi près de Roure (*Hopl. Leopoldi*). Dans la même contrée, le Valanginien a encore le type vaseux à Vitrolles (calcaires marneux et marnes à *Holcost. Jeannoti* et *Hoplites regalis*), tandis que le Barrêmien offre, dans la chaîne du Luberon, un facies mixte (v. plus bas) à *Toxaster* et *Hopl. cruasensis* (Lourmarin, Céreste).

D. — Barrêmien. Coquand, 1861.

Calcaires a Ammonites difficilis (1) et Macroscaphites Yvani (= Barrêmien. Coquand (p. parte). — Calcaires à Céphalopodes déroulés (p. parte) des auteurs. — Calcaires à *Scaphites Yvani*. Calcaire à Criocères et Ancylocères, Lory (partim). — Zone à *Am. recticostatus* Reynès. — Marnes à *Ancyloceras*, Sc Gras. — Néocomien alpin (p. parte) Pictet. — Urgonien (p. parte) d'Orbigny.

Le Barrêmien, très puissant (200 à 300^{m}) dans le Sud (*Ventoux*, *Montagne de Lure*) est plus réduit (50 à 100^{m}) au N. du Jabron. Il comprend, dans la région de Lure, une série de calcaires plus ou moins marneux en dalles, calcaires bicolores et calcaires à silex à *Desmoceras difficile*, présentant plusieurs horizons fossilifères :

a. Niveau à *Holcodiscus Caillaudi*. *Crioceras Emerici*.

b. Niveau à *Heteroceras Tardieui*, *Silesites Seranonis* et *Macroscaphites Yvani*.

c. Calcaires à silex et *Costidiscus recticostatus*.

Des intercalations lenticulaires de calcaires à débris, avec Orbitolines ou Brachiopodes, existent en divers points (*Valaurie* de Villesèche, etc.).

(1) Nous avons résumé ailleurs les discussions mémorables auxquelles ont pris part d'Archiac, Reynès, Desor, Hébert, Leymerie, Magnan, Ch. Lory, Pictet, d'Orbigny, MM. Uhlig, Vacek, Léenhardt, Haug, au sujet de cet étage. MM. Uhlig (Wernsdorferschichten) et Vacek (Neokomstudie) ont donné d'excellents aperçus sur la question.

Nous avons plus spécialement étudié cet étage sur le flanc méridional de la Montagne de Lure, où les gisements de Combe-Petite et de Morteiron nous ont fourni un ensemble d'espèces vraiment exceptionnel et ont permis de faire une analyse approfondie de la faune barrêmienne.

Belemnites minaret Rasp., *Phylloceras Tethys* (*semistriatum*), *Desmoceras difficile*, *Lytoceras densifimbriatum*, *Lyt. anisoptychum* sont communs aux zones *a* et *b*.

a. L'horizon fossilifère inférieur (Niveau de Combe-Petite) est caractérisé par les espèces suivantes :

Belemnites (*Duvalia*) *Grasi* Duv.
Hamulina hamus Qu., sp.
Phylloceras infundibulum d'Orb., sp.
Desmoceras Fabrei Torc., sp.
Pulchellia compressissima d'Orb., sp.
— *Didayi* d'Orb., sp.
Desmoceras difficile d'Orb., sp. (type).
— *Piettei* Math., sp.
— *psilotatum* Uhl., sp.
— *Charrieri* (d'Orb). Fallot, sp.
Silesites vulpes Coq., sp.
Holcodiscus Caillaudi d'Orb., sp.
— *fallax* Math., sp.
Holcodiscus Perezi d'Orb., sp.
— *Van den Heckei* d'Orb. sp.
— *Gastaldii* d'Orb., sp.
— *fallacior* Math., sp.
Pachydiscus (?) *Percevali* Uhl., sp.
Crioceras Emerici d'Orb.
— *dissimile* d'Orb., sp.
— *Mojsisovicsi* Haug.
— *Edouardi* Honnor.
Leptoceras.
Pholadomya barremensis Coq.
Rhynchonella Moutoni d'Orb.
— *Dollfusi* Kil.
Cidaris punctatissima Ag.

Il paraît se retrouver avec une faune identique (*Holc. Caillaudi*, *Lyt. anisoptychum*, *Desm. difficile*, etc.), près de l'entrée nord de la Cluse de Chabrières, non loin de Digne. Le trait saillant de cette faune est l'abondance des Ammonites du groupe des *Holcodiscus* (*H. Caillaudi*, *fallax*, etc.)

b. Le niveau supérieur (Niveau de Morteiron) est remarquable par la grande extension que prennent à ce niveau les *Heteroceras* ; on y rencontre là, côte à côte, *Heteroceras Tardieu* n. sp., *H. Giraudi* n. sp., *H. bifurcatum* d'Orbigny, *H. Leenhardti* Kilian et *H. Astieri* d'Orb. Citons encore comme particulièrement fréquents ici :

Lytoceras Phestus Math. sp.
Hamulina Haueri Uhl.
Costidiscus recticostatus d'Orb., sp.
Macroscaphites Yvani Puzos, sp.
Silesites Seranonis d'Orb., sp.
Desmoceras difficile d'Orb., var. *hemiptycha* Kilian.
Desmoceras strettostoma Uhl., sp.
Hoplites Feraudi d'Orb., sp.
— *cruasensis* Torc., sp.
Ancyloceras Fallauxi Uhl.
— *hammatoptychum* Uhl.

A côté de ces deux horizons paléontologiques, d'ordre secondaire il est vrai, mais qui paraissent en somme assez constants, qui semblent avoir une valeur intrinsèque suffisante, et que l'on est déjà arrivé à reconnaître dans d'autres parties de la province méditerranéenne, nous avons à signaler de petits niveaux dont l'importance est toute locale. Ce sont, notamment, un banc de calcaire schisteux à *pinces de Crustacés* (1). M. Léenhardt a signalé une assise semblable, au Mont Ventoux ; les restes de Crustacés abondent dans des plaquettes sonores, tantôt au-dessus, tantôt au-dessous des bancs fossilifères précédemment décrits.

Signalons encore le petit îlot *coralligène* de Valaurie, de Villesèche, à *Rhynchonella lata*, qui se place au-dessous de la zone de Combe-Petite, et peut être rapproché du petit banc oolithique à Rudistes, à Polypiers et Orbitolines qui se trouve intercalé à la Charce (Drôme) au milieu des calcaires à *Am. difficilis*, c'est-à-dire exactement à la même place stratigraphique.

c. Dans les calcaires à silex de la partie supérieure, il n'y a guère à signaler que *Costidiscus recticostatus*. Ce niveau n'existe que dans la partie sud-ouest de la contrée. Ailleurs, il paraît se fondre avec le reste de l'assise.

La liste raisonnée des espèces barrêmiennes recueillies dans la Montagne de Lure et soigneusement revisées par nous, comprend plus de cent noms et montre l'extrême variété de formes qui composent cette faune remarquablement homogène. Les formes suivantes relient le Barrêmien aux horizons inférieurs : *Nautilus neocomiensis*, *Phylloceras Terverii*, *Phyll. Tethys*, *Phyll. infundibulum* (2), *Lytoceras Liebigi*, *Desmoceras cassida*, *Hoplites hystrix*,

(1) Une assise analogue à Pinces de Crustacés existe dans les carrières romaines de Barutel (Gard), également ouvertes dans le Barrêmien.

(2) M. Karakasch vient (1895) d'étudier la synonymie de cette espèce et croit, comme nous, devoir la distinguer de *Ph. Rouyi* d'Orb., sp. Il crée une nouvelle espèce, *Ph. Eichwaldi* qui, avec *Ph. ladinum* Uhl. et *Ph. Winckleri*, complète les représentants crétacés de ce groupe dérivant de *Ph. viator* des temps jurassiques, lui-même si voisin de *Phyll. infundibulum*.

Ptychoceras Puzosi, Pleurotomaria neocomiensis, Arca securis, Hinnites occitanicus, Pholadomya sp., *Terebratula Moutoni, Ter. hippopus* (Cheiron, etc.), *Toxaster Ricordeaui.* A ces espèces, il faut ajouter *Pygope janitor*, que M. de Selle a recueillie en 1871 dans le Barrêmien typique des environs de Barrême (*B. S. G. F.*, 2e sér., t. XXIX, p. 677) et que nous avons rencontrée également dans le Barrêmien. L'*Am. difficilis* débuterait dans les couches à *Cr. Duvali* d'après certains auteurs ; cependant nous ne l'avons jamais rencontré au-dessous du Barrêmien dans le cours de nos explorations, et nous croyons que ces citations reposent sur des confusions ou des erreurs de détermination. D'autres formes, en petit nombre également, se retrouvent dans les dépôts immédiatement supérieurs, ce sont : *Nautilus plicatus, Phylloceras Guettardi* (*Ernesti?*), *Ph. Tethys* (*Moreli*), *Desmoceras Melchioris* Tietze, *Desm. strettostoma* Uhlig, *Costidiscus recticostatus* (abondant), *Macrosc. Yvani*, var., *Toxaster Collegnoi.* — *Bel. minaret*, quoique atteignant ici son maximum de fréquence, se montre encore, rarement, à l'extrême base de l'Aptien. M. Uhlig, il est vrai, mentionne, de son côté, *Nautilus plicatus, Am. Melchioris, Am. Guettardi* dans le Barrêmien de Wernsdorf, ce qui prouverait que ces espèces passent d'une façon constante des couches à *Am. difficilis* à l'Aptien. Quant à l'*Am. recticostatus*, il y a longtemps déjà que Coquand l'a cité avec des fossiles de l'Aptien inférieur (*Desm. Matheroni*, etc.), près de Cassis (Bouches-du-Rhône).

Nautilus bifurcatus, Belemnites Grasi (abondant au Cheiron, à Chamateuil, Peyroules, le Bourguet, Comps, etc.), *Bel. minaret, Bel. beskidensis, Phyll. Ernesti* (?), *Lytoceras Phestus, Lyt. anisoptychum, Lyt. densifimbriatum, Lyt. crebrisulcatum* (Noyers-s.-Jabron), *Lyt. inæqualicostatum, Lyt. ophiurum, Lyt. stephanense* Kilian (1) (Combe-Petite, Noyers, Barrême), *Pictetia longispina, Costidiscus nodosostriatus, Macroscaphites Yvani, Hamulina subcylindrica, H. Haueri, H. ptychoceroides, H. distans, H. senilis, Amaltheus* (??) *Fabrei, Desmoceras difficile* (type), *D. ligatum, D. hemiptychum* [espèce particulièrement abondante dans le Barrêmien supérieur qu'elle caractérise (Adrech, près Sisteron, le Bourguet, etc.)], *Desm. psilotatum, Desm. cassidoides* (La Baume), *Desm. Piettei, Silesites Seranonis, S. vulpes* (Cheiron, Coursegoule, Combe-Petite), *Holcodiscus Caillaudi, Holc. Gastaldii, Holc. fallax, Holc. Seunesi, Holc. druentiacus, Holc. van den Heckei, Holc.*, n. sp. (Sisteron), *Holc. fallacior, Holc. Perezi, Holc.*

(1) Espèce décrite par nous dans les Arch. du Mus. d'hist. nat. de Lyon, tome V, 1892.

ziezac Kar., *Pachydiscus Percevali*, *Pulchellia Sellei*, *Pul. pulchella*, *Pul. Didayi*, *Pul. provincialis*, *Hoplites cruasensis*, *Hop. Feraudi*, *Hop. hystrix*, *Crioceras Emerici*, *Cr. dissimile*, *Cr. furcatum*, *Cr. Cornueli*, *Cr. Mojsisovicsi*, *Cr. Puzosi*, *Cr. Koechlini* (Combe-Petite), *Ancyloceras Fallauxi* (*badioticum*), *Anc. hammatoptychum*, *Heteroceras Tardieui*, *Het. Astieri* (1), *Het. bifurcatum*, *Het. Leenhardti*, *Het. Giraudi* (Combe-Petite, Cheiron), *Leptoceras Brunneri*, *Lept. Beyrichi*, *Lept. pumilum*, *Ptychoceras Humboldti*, *Pt. Meyrati*, *Pholadomya barremensis*, *Hinnites fallax*, *Rhynchonella Moutoni*, *Rh. Guerini*, *Rh. Dollfusi*, c'est-à-dire pas moins de soixante-et-onze formes, sans compter les nombreuses espèces nouvelles qui restent à décrire, et de curieux Polypiérites isolés (le Bourguet), sont spéciales au Barrêmien dans notre région. Rappelons que *Desm. difficile* a été cité (avec d'autres espèces barrêmiennes, il est vrai) dans l'Hauterivien des Voirons (2), par Pictet et de Loriol, et dans les Alpes bavaroises par Winkler. Nous ajouterons d'après M. Haug (collection de la Sorbonne) : *Lyt. intemperans* Math., *Desm. strettostoma*, *gibbosulum* *Pachydisc. Guerini* d'Orb., *Hoplites Soulieri*, *Hamulina Astieri*, *H. paxillosa* d'Orb., *H. cincta* d'Orb., *H. silesiaca* Uhl., *H. subcincta* U., *H. subundulata* U., *H. Quenstedti* U., *H. Boutini* Math., et d'après la coll. Jacques (M. Sayn) : *Ancyloc. Audouli* (Exempl. entier, de Barrême).

Signalons aussi *Crioceras Edouardi* Honnorat, de grande taille, du Barrêmien de Combe-Petite (coll. Tardieu à la Fac. des Sc. de Grenoble). Cette espèce, décrite du Cheiron par M. Honnorat-Bastide, est assez voisine de *Cr. Emerici* dans le jeune âge.

Certains groupes paraissent spéciaux à cet horizon où ils s'épanouissent en de nombreuses espèces, et ne sont plus représentés dans les autres assises que par de rares individus, tels sont les *Costidiscus* (3), les *Pulchellia* (*Latecostati* Pict., *Pulchelli* d'Orb.), les *Silesites*, les *Holcodiscus*, qui atteignent ici si brusquement l'apogée

(1) Se retrouve dans les gisements de Cheiron et Ongles (coll. Thiollière, à Lyon).

(2) L'espèce figurée sous ce nom par Pictet et de Loriol (Mon. des Voirons), n'appartient pas à ce type ; c'est peut-être une *Sonneratia*.

(3) Les rapports du genre *Costidiscus* avec *Macroscaphites* ont été traités par M. Uhlig (*loc. cit.*) ; remarquons toutefois que *Cost. Grebenianus* Tietze sp. rappelle beaucoup *Macrosc. striatisulcatus* et paraît en être la forme représentative, comme *Cost. recticostatus* est celle de *Macros. Yvani* type. Nous rappellerons aussi que dans le jeune âge, il est absolument impossible de distinguer la forme *Costidiscus* de la forme *Macroscaphites* (pour *C. recticostatus* d'Orb. et *Macrosc. Yvani* Puzos, par exemple) ; ce n'est que plus tard que la persistance de l'enroulement à tours contigus chez les uns, jusqu'à une taille souvent considé-

de leur développement et remplissent les couches de leurs restes. Citons encore les genres *Macroscaphites*, *Pictetia*, *Heteroceras* [étudié spécialement par nous en 1888 (*loc. cit.*). La collection de la Faculté des Sciences de Grenoble possède actuellement de magnifiques séries d'*Heteroceras*] et *Leptoceras*. *Lytoceras* et *Desmoceras* constituent une bonne partie de la faune. *Pachydiscus* débute ici avec l'*Am. Percevali*, voisin de l'*Am. Guerini* de Barrême. Les *Hamulines* se montrent également pour la première fois. Le groupe des *Amalthei* ne compte ici qu'une seule forme, très douteuse, *Am. Fabrei* (peut être une *Sonneratia* ou un *Desmoceras*?), qui remplace (?) l'énigmatique *Am. clypeiformis* de l'Hauterivien. *Holcostephanus* a entièrement disparu pour faire place à *Holcodiscus* ; *Acanthoceras*, que nous allons trouver dans l'Aptien, ne compte aucun représensentant. Les *Hoplites* ne sont plus représentés que par *Hopl. Feraudi* et quelques formes voisines, inédites, abondantes à St-André et à Blieux (Basses-Alpes), (assez rares près de Sisteron, Montclus, etc.), et au Bourguet (Var) et *Hopl.* cf. *hystrix* (*Hoplites hystrix* est une des rares espèces du Nord de l'Allemagne qui paraît avoir un homologue dans le Midi) ; ils offrent dans *H. cruasensis* un précurseur de *H. Deshayesi* (*consobrinus*), qui va servir, dans l'Aptien, de point de départ à une série de formes curieuses. Les *Crioceras* (1) continuent à abonder et le groupe des *Ancyloceras* (sensu stricto) commence à apparaître (*Anc. Fallauxi* (*badioticum*), *hammatoptychum*). Les Gastéropodes et les Lamellibranches (2) ne présentent rien de remarquable.

rable (0m,40 à 0m,60), l'apparition de la crosse, à un diamètre moindre de la spire, chez les autres, permet de distinguer les deux types.

Il est curieux de rapprocher ces faits de ce qui se passe chez les Ammonites du Jurassique : il y a là entre les types réfractés et les formes normales une *différence du même ordre que celle que nous signalons ici*, et si les deux formes s'accompagnaient plus souvent l'une l'autre, dans les mêmes assises, l'on serait tenté de se demander, comme l'a fait M. Munier-Chalmas pour les Ammonites réfractées, s'il ne s'agit pas d'une différenciation *sexuelle*.

(1) Les Céphalopodes déroulés du Barrêmien, si abondants et si variés, témoignent d'une tendance au déroulement dont l'homologue s'était déjà manifestée dans le Trias alpin.

Un certain nombre d'entre eux ont été étudiés et révisés avec soin par d'Orbigny (les *Hamulina*), Astier, par MM. Uhlig, Haug, par nous-même (le genre *Heteroceras*), mais ces travaux partiels laissent place à une *monographie d'ensemble* de ces formes dont souvent le *niveau exact* et les affinités paleontologiques n'ont été indiqués que très vaguement. Nous avons, dans le présent travail, été obligé de les négliger un peu.

(2) *Pecten alpinus* d'Orb. se trouve souvent dans le Barrêmien (Hyèges, Barrême, etc.). Un *Inoceramus* est assez fréquent à l'Adrech (Sisteron) ; *Plicatula* est aussi représentée.

Crioceras Tabarelli Astier, est souvent assez abondant dans le Barrêmien inférieur (d'après M. Paquier). Il nous paraît intéressant de signaler également l'existence de *Belemnites minaret*, près de Lesches (Drôme) et de *Costidiscus Rakusi* Uhl., dans le Barrêmien de Montclus (Hautes-Alpes); *Hamulina subcincta* Uhl. existe à la Charce.

Localités typiques : Barrême, Montagne de Lure; Cobonne, Felines et Vesc (*Macr. Yvani*), entre Luc et Lesches (Drôme), (*Phyll. Tethys*), entrée N. du tunnel de Serres (*Heteroceras Tardieui*), Valdrôme (*Duvalia Grasi, Bel. minaret, Phyll. Tethys, ladinum, Macroscaph. Yvani, Desm. difficile, Ptychoceras Puzosi, Silesites Seranonis, Holcod. fallax, Cost. recticostatus*), Montclus (*Heteroceras bifurcatum*), La Charce (*Desmoceras cassidoides, Phyll. infundibulum*, etc.); St-André, Castillon, Le Cheiron (*Bel. Grasi, Rhynch. Guerini, Heter. Astieri, Lyt. Phestus, Lyt. lepidum, Desm. Charrieri, Piettei, ligatum*), Angles (*Bel. Fallauxi, Desm. quinquesulcatum, Am. Fabrei*), Blieux, Taulanne, Sisteron (Basses-Alpes). Le faciès vaseux du Barrêmien s'étend très loin, à l'Est, où nous l'avons étudié, à Seyne, Allos et Colmars (Basses-Alpes).

D'après M. G. Sayn, la constitution du Barrêmien se maintient là même jusque dans la Drôme septentrionale.

On retrouve là les niveaux indiqués par nous en Provence : les *Pulchellia*, les *Holcodiscus* et le *Crioceras Emerici* à la base, les *Heteroceras* au sommet. Ces deux horizons retrouvés récemment encore par M. Sayn à Cobonne (Drôme), dans un des gisements les plus septentrionaux du Barrêmien de France, n'ont donc pas une importance simplement locale ainsi que nous le pensions lorsque nous les avons établis. Dans cette localité, d'une richesse exceptionnelle, le niveau de Combe-Petite est glauconieux, le niveau de Morteiron, pyriteux, contient de petits *Heteroceras* et des Ammonites ferrugineuses.

Le niveau de Combe-Petite existe également avec tous les caractères qu'il a dans la localité-type, aux Courtiers, près Chabrières (Basses-Alpes) (*Holcodiscus fallax, Van den Heckei, Desm. Melchioris*, etc.), et à Meysse (Ardèche), où M. Gevrey a recueilli une série d'Ammonites dont nous avons reconnu :

Holcodiscus fallax Math., sp.
— *Van den Heckei* d'Orb. sp.
Hoplites crioceroides Torc., sp.
Pulchellia pulchella d'Orb., sp.
— *provincialis* Uhl.
Crioceras Reomeri N, et Uhl.

Le type à Ammonites pyriteuses, riche en *Silesites*, si magnifiquement développé en Espagne, en Algérie et dans les Baléares, se retrouve localement en certains points de nos régions. M. Leenhardt l'a signalé près de Vaison et M. Paquier l'a rencontré également (1894). L'abbé Latil a réuni à Noyers-sur-Jabron une faunule pyriteuse (*Desmoc. syrtense* Sayn, *Holcodiscus metamorphicus* Coq., *Holcodiscus* sp., des *Lytoceras* et des *Heteroceras*) que M. Sayn attribue aussi à cet horizon. Cet intéressant niveau, que nous avons également (1) observé avec M. Leenhardt au sommet du Barrêmien en 1888, à la Charce (Drôme) (*Belemnites* sp., *Lyt. Phestus* Math., sp., *Desm. difficile* d'Orb., sp., *Phyll. infundibulum*) et dont M. Pierre Lory a constaté la présence près du massif du Dévoluy [Col de Garnesier (*Siles. interpositus* Coq.)], est à rapprocher des horizons analogues d'Algérie et d'Espagne étudiés par MM. Nicklès et Sayn et dont la faune (*Silesites*, *Desmoceras*, etc.), si curieuse sera encore augmentée lorsque MM. Nolan et Blayac auront publié les matériaux qu'ils possèdent des Baléares et de l'Algérie. Un autre niveau pyriteux, un peu plus élevé, existe dans le Barrêmien supérieur de Cobonne (Drôme) (v. 743).

Notons encore la présence, dans le Barrêmien vaseux, de *Crioceras Roemeri* N. et Uhl. à Barrême (Basses-Alpes), à Meysse (Ardèche), à Lesches (Drôme) et à Moustiers-Ste-Marie (Basses-Alpes). C'est une des rares espèces du Hils qui se rencontrent dans le Barrêmien méridional ; il faut y ajouter *Belemnites Grasi* et *Crioceras Emerici*, formes de notre Barrêmien, qui ont été signalées dans l'Allemagne du Nord (Zeitschrift d. Deutschen Geolog. Gesellsch., 1894, Briefl. Mitth.). *Il n'est donc plus exact de dire que le Barrêmien ne renferme aucune espèce commune au Crétacé inférieur du Nord de l'Europe.*

M. Uhlig (2) a résumé nos connaissances sur cet étage et nous avons indiqué en 1888 quelle était l'extension du Barrêmien en Europe et hors d'Europe. Nous rappellerons seulement ici, en ce qui concerne la France, où nous en avons, pour la première fois, énuméré la faune et nettement fixé les caractères, que la faune du Barrêmien de l'Alpe Puez (Tyrol), décrite par M. Haug, rappelle d'une façon frappante celle du Barrêmien de Cobonne (Drôme) et en particulier celle des calcaires compacts *B* de M. Sayn où l'on trouve de grands *Ancyloceras*, des *Desmoceras* voisins de *D. cassidoides*, *Pachydiscus Percevali* et *Pachydiscus* cf. *Neumayri;* seulement à

(1) *B. S. G. F.*, 3e série, tome XVI, p. 54, 1888.
(2) Uhlig, Wernsd. Sch.

Cobonne, un élément plus septentrional s'accuse par la présence de nombreux *Hoplites* voisins de *Hopl. cruasensis*, de *Hopl. crioceroides* Torc. sp., et de *Crioceras angulicostatum* Pict. sp.

Le Barrêmien a été longtemps méconnu et confondu avec l'Hauterivien par les géologues suisses, dans les Alpes Vaudoises et Fribourgeoises. M. le professeur Renevier nous a montré au Musée de Lausanne une faune incontestablement barrêmienne des localités : les Crases, Mattelon-sur-Gryon, La Veveyse, etc., dont nous avons déterminé : *Hamulina silesiaca, Lyt. anisoptychum*, *Pulchellia pulchella*, *Desmoceras difficile*, etc. Comme d'une part ces différents niveaux sont bien distincts en France et que, de l'autre, on les a distingués dans les Alpes orientales et dans la plupart des contrées de la province méditerranéo-alpine, il nous paraît peu probable que les Hautes-Alpes vaudoises fassent exception à la règle (1). C'est sans doute l'apparence uniforme des dépôts qui a jusqu'à présent empêché de séparer les différents horizons, et nous avons la ferme conviction que des études plus détaillées montreront que l'évolution des Céphalopodes du Crétacé inférieur a suivi ici une marche analogue à celle qui a été constatée dans les contrées limitrophes.

Le faciès vaseux du Barrêmien occupe toute une zone des Préalpes suisses et s'étend au Sud-Ouest jusqu'à la Montagne des Voirons, où il est connu par les travaux de Pictet.

En Espagne, M. Nicklès a signalé le point le plus occidental de l'Europe où l'assise barrêmienne atteigne un aussi grand développement.

Les principales variations de faciès de l'étage barrêmien, en dehors de son type vaseux, sont les suivantes :

Dans le Jura, sa faune de Céphalopodes est totalement inconnue, il correspond (2) à des calcaires jaunes à débris que M. Jaccard a étudiés d'une façon toute particulière et que l'on désigne généralement sous le nom d'« Urgonien inférieur » ; cette assise possède un faciès subrécifal accentué. Un parallélisme raisonné des assises crétacées inférieures du Jura avec celles de la région delphino-provençale, conduit à le considérer comme correspondant également au « Calcaire jaune de Neufchâtel ». M. Jaccard (3) a recueilli à la base de ce calcaire jaune quelques espèces *hauteriviennes*, mais c'est à la

(1) M. Sayn a récemment mis en évidence l'existence de cet étage dans plusieurs localités des Alpes suisses (*Bull. Soc. de stat. de l'Isère*, 1894).

(2) V. Arch. Sc. phys. et nat. de Genève, mars 1894.

(3) Matér. Carte géol. suisse, Jura neuch cf Vaud. (et suppl.).

limite de l'étage *hauterivien* lui-même qu'il les a recueillies (M. Renevier range cette assise dans l'Hauterivien (1), et il nous semble qu'il n'y a pas lieu d'y attacher trop d'importance). Nous plaçons au même niveau (Barrêmien), avec M. Renevier, les couches du Landeron à *Goniop. peltatus, Pseudocidaris clunifera,* etc.

En Savoie, il serait à désirer que les assises qui séparent l'*Hauterivien* des premiers *bancs urgoniens* fussent étudiés avec plus de soin qu'ils ne l'ont été jusqu'à présent : le *Barrêmien* y est probablement représenté par des calcaires jaunâtres.

Dans les chaînes subalpines de la Chartreuse et des environs de Grenoble, il y a tout lieu de croire que le calcaire à *Spatangues* de cette région appartient au *Barrêmien inférieur*.

Dans la chaîne de Raye on voit encore dans cet étage, à la base, un niveau glauconieux et, au sommet, un horizon à Ammonites pyriteuses. M. Sayn a montré, en effet, les rapports qui existent entre le Néocomien des environs de Grenoble et celui de Combovin (Drôme), il a insisté, en particulier, sur l'équivalence qu'il y a lieu, selon lui, d'établir *entre le Barrêmien* à faciès vaseux pélagique et le « *Calcaire à Spatangues* » du Valentinois qui en est le prolongement stratigraphique et qui renferme à Combovin et dans le Royans des *Céphalopodes barrêmiens* (*Hoplites cruasensis* Torc. sp., *Desm. cassida*, *Costid. recticostatus*, *Pulchellia, Holcodiscus*, *Crioc. Mojsisovicsi* (M. Paquier), etc.). Cette opinion est confirmée par la découverte que nous avons faite, dans le « *calcaire à Spatangues* », supérieur aux calcaires à *Crioceras Duvali*, de Saint-Pierre-de-Chérennes (Isère), de *Hoplites cruasensis* Torc., espèce barrêmienne. Nous possédons également cette forme de Chalais [massif de la Chartreuse (M. H. Ferrand)] et des « calcaires à Spatangues » d'Orgon, inférieurs immédiatement aux couches à Requiénies, il en est de même, probablement, à la Bedoule (Bouches-du-Rhône). Nous venons du reste encore de voir au Mont Luberon, entre Céreste et Vitrolles, des calcaires barrêmiens à *Cancellophycus,* identiques à ceux classiques de Barrême et de la Montagne de Lure, présenter l'association de nombreux *Toxaster retusus* et *Ricordeanus* avec *Hoplites cruasensis* Torc., et *Costidiscus recticostatus*. Ces bancs sont surmontés de calcaires à silex puissants, comme on en rencontre beaucoup dans le Barrêmien de Provence.

Quant au Barrémien supérieur, il est envahi, en Dauphiné,

(1) Nous n'avons pas à reproduire ici les discussions de Desor et de Coquand, relatives à ces calcaires, et qui ont perdu une bonne part de leur intérêt.

par le faciès récifal et se présente sous la forme de calcaires spathiques jaunâtres à taches bleues passant vers le haut aux *calcaires blancs urgoniens* (1).

Nous admettons donc que le Barrêmien est représenté aux environs de Grenoble par :

1° Les calcaires à *Spatangues* (2).
2° La base de l'Urgonien (calcaires jaunes, etc.).

Le Barrêmien change également de caractères vers la Provence, où, sous le nom de calcaire provençal ou de *calcaire bicolore* (Allauch, etc.) il se présente en gros bancs à pâte fine souvent tachetés de bleu et éminemment propre à la fabrication de la chaux hydraulique. Les calcaires à silex de Cassis à *Macroscaphites Yvani*, placés entre l'Urgonien et les calcaires à Spatangues et qui ont fourni, à Coquand, le type même du Barrêmien, sont également un exemple du développement provençal de cet étage. M. Deydier a recueilli à la Deboullière, près Cucuron (Vaucluse), des *Pulchellia* et le *Desm. cassidoides*. Quelques *Spatangues* se rencontrent dans ce faciès (Mt-Luberon. v. ante) ; on y trouve aussi un niveau avec plaquettes à petits *Bivalves* (Astartes) observables au sommet même du Luberon, mais ce sont là des accidents locaux qui ne se présentent pas toujours dans la puissante série des calcaires bicolores ; ces derniers se développent dans la vallée du Rhône, à Avignon et jusque dans l'Ardèche, où ils font l'objet des grandioses exploitations du Teil. Ce type se montre au Nord, dès les environs de Livron, où dominent *Hoplites cruasensis* et des formes voisines dans des assises couronnant l'Hauterivien et renfermant *Desm. difficile* et quelques *Toxaster*. Il se continue par Marsanne vers Montélimar (d'après nos propres observations et les travaux de MM. Fallot, Toucas, etc.).

A la Charce (Drôme) (3), on observe une autre modification des *calcaires barrêmiens*, se présentant sous la forme d'une simple

(1) On a assimilé à tort ces calcaires jaunes aux calcaires de Neufchâtel : les premiers correspondent comme on le voit au *Barrêmien supérieur*; les seconds, au contraire, se rencontrent à la base de l'étage, au contact de l'*Hauterivien*, dont ils contiennent encore quelques espèces.

(2) Il serait intéressant que les calcaires à Spatangues fussent étudiés monographiquement dans l'Isère (St-Pierre-de-Chérennes, Col de l'Arc, etc.) et la Drôme, au point de vue des affinités de leur faune et notamment des Céphalopodes.

(3) Voir les coupes de la Charce par Lory, 1854, et celle donnée par Ed. Hébert, en 1871.

intercalation de calcaires blancs oolithiques et rognonneux à débris d'organismes variés et associés à des marnes grumeleuses, sorte de poudingue composé de nodules à *Orbitolines*; nous y avons recueilli, en compagnie de M. Leenhardt :

Orbitolina conoidea Alb. Gras.
Polypiers nombreux et très bien conservés (*Eugyra interrupta* de From., type de l'Urgonien de Sault).
Echinides divers.
Terebratula depressa Lam. ; exemplaire de très grande taille.
Rhynchonella sp.
Rudistes. (M. Paquier y a trouvé depuis lors un *Monopleura*).
Cardium.
Ostrea.
Vola sp.
Gastropodes (Nérinées).
Serpula sp.
Belemnites sp.

M. Paquier, qui prépare une monographie de cette région, fera connaître les détails de cet intéressant accident coralligène.

Aux environs de Menglon (Drôme), M. G. Sayn et P. Lory (C. R. Ac. des Sc., 6 août 1894, et Ann. Univ. Grenoble, t. VIII) ont récemment étudié des lentilles de calcaires récifaux contenant une faune de Céphalopodes (*Holcodiscus, Pulchellia*, etc.), nettement *barrêmienne*. C'était là une constatation d'une grande importance. M. Paquier a signalé des faits analogues près de Rosans (Hautes-Alpes) et de Ste-Jalle (Drôme).

Mentionnons aussi une intercalation récifale au milieu des calcaires à *Macroscaphites*, signalée par Ch. Lory au Châtelard de Vesc (*Orbitolines*, *Pygaulus depressus*, etc.), mais dont la position exacte aurait besoin d'être précisée.

Dans la région du Dévoluy, le faciès subrécifal envahit également par places, d'après M. P. Lory, les assises *barrêmiennes*. M. Leenhardt a signalé de son côté le *Barrêmien récifal* dans les monts de Vaucluse (V. Notice Carte géol. de France, feuille de Forcalquier).

Vers l'Ouest, du côté du Languedoc, notre étage subit également quelques modifications : le *Barrêmien à Spatangues* existe près de Brouzet (Gard), où M. Pellat a récolté des Céphalopodes intéressants (*Holcod. Perezi*, etc); des niveaux pyriteux s'y rencontrent en outre,

d'après le même auteur, dans les environs d'Uzès (les Augustines), où l'on recueille aussi : *Exogyra aquila*, *Ex. Couloni*, *Plicatula* n. sp., *Rhynch. lata*, *Ter. sella*, *Toxaster* sp., Crinoides et de nombreux Brachiopodes indéterminés (Coll. Pellat).

On sait que c'est principalement aux dépens du Barrêmien que M. Torcapel a formé son étage *Barutélien*, dont la faune, d'après les listes les plus récentes de M. Torcapel, accuse une composition purement *barrêmienne*. Aux environs de Nîmes, le *Barutélien* est identique aux calcaires bicolores de Provence. Ce même faciès, quoique un peu plus marneux, s'étend jusqu'au Teil, où il est caractérisé par *Hoplites cruasensis*, *Cost. recticostatus*.

Dans les Alpines, on peut attribuer à cet étage les calcaires bicolores de St-Etienne-des-Grès (carrière du cimetière) à grands *Desmoceras* du groupe des *Desm.* (*Sonneratia*) *Grossouvrei* Nicklès, sp. (collection Pellat).

Enfin dans la région tout à fait méridionale, du côté des Maures et de l'Esterel, on voit apparaître le faciès *glauconieux* et *phosphaté*, marchant de pair avec un amincissement considérable des dépôts [Environs de Nice (Plan de Revel, Simbola, la Turbie), Escragnolles et Coursegoules (Alpes-Maritimes) (*Silesites vulpes*), le Bourguet (Var) (*Bel. Grasi*, *Desm. difficile*, *cassida*, *Desm. hemiptychum*, *Pulchellia compressissima*, *Pleurotomaria Astieri* d'Orb., *Holcodiscus druentiacus* Kil.), le Logis du Pin, La Martre (Var), Andon (Alpes-Maritimes), Rougon, Mantégière, près Chasteuil (*Desm. Uhligi* Haug, *Desmoceras* sp., cf. *Oedipus* Math., *Holc. Gastaldii*, *Holc. druentiacus*), Chamateuil (*Bel. Grasi*) (Basses-Alpes), Comps (*Heteroceras* (*Toxoceras*) *obliquatum*, *Aptychus*, n. sp., *Bel. Grasi*, *Pulch. Dumasi*), Robion (*Pachydiscus Neumayri*), la Croux près Comps (*Cidaris pilum* Mich.), Beynes, la Palud-de-Moustiers, etc.].

A Chabrières (Basses-Alpes), on remarque la coëxistence des deux types : à la base le niveau marneux de Combe-Petite et au-dessus le niveau glauconieux.

La prédominance de certaines espèces dans ce niveau glauconieux est tout à fait frappante ; nous citerons en particulier :

Desmoceras Charrieri Fallot (d'Orb.), Le Bourguet, Simbola, Escragnolles, etc.
Pulchellia Didayi d'Orb. sp.
— *pulchella* d'Orb. sp.

Holcodiscus Perezi d'Orb. sp.
— *camelinus* d'Orb. sp., Escragnolles.
— *Morleti* Kil., Escragnolles.

Beaucoup de Belemnites (1) très allongées.

Bel. minaret est fréquent à Châteauneuf-les-Moustiers, Clars, Comps, le Bourguet, Castillon, le Cheiron, etc.

On trouve à la Simbola et à la Turbie, dans cette assise glauconieuse, une richesse de formes tout à fait remarquable et en particulier : *Desmoceras Charrieri*, *Desm. vocontium* Lory et Sayn, *Desm. difficile*, *Holcodiscus Caillaudi*, *Holcodiscus Perezi*, *Holcod. van den Heckei*; à Rougon : *Crioceras Thiollierei*, etc. A la gare d'Eze (Alpes-Maritimes), MM. Bréon, Fallot et Baron ont étudié successivement cet horizon glauconieux du *Barrêmien* qui est là en partie remanié par les eaux *albiennes*.

Il est très intéressant de remarquer que, dans le type glauconieux *Holcodiscus fallax*, si abondant dans le type vaseux, est remplacé par d'autres espèces du même genre, tandis qu'en même temps, *Desmoceras difficile*, prédominant dans le faciès vaseux, cède la place à *Desmoceras Charrieri*, prédominant dans le faciès glauconieux.

Desm. Charrieri (2) est une forme éminemment caractéristique du Barrêmien (Le Cheiron, près Castellane) ; elle est *plus abondante* dans le *faciès glauconieux* de cet étage où elle se rencontre, notamment à Simbola, à la Madone de la Guette, près Nice, à Escragnolles (Alpes-Maritimes), la Martre, le Bourguet (Var), les Courtiers, près Chabrières (Basses-Alpes), avec de nombreux *Holcodiscus* et des *Pulchellia* également spéciales à ce niveau. A Eze (Alpes-Maritimes), d'où l'a décrite M. Fallot, c'est également, comme M. Baron l'a montré depuis, dans des assises nettement barrêmiennes qu'elle se rencontre.

A Moustiers Ste-Marie, le Barrêmien vaseux et normal est très développé, à côté de petites couches glauconieuses insignifiantes, tandis que tout près de là, l'étage s'amincit beaucoup à la Palud-de-Moustiers où il n'est plus représenté que par des couches glauconieuses riches en fossiles.

(1) Malheureusement les *Belemnitidæ* du *Crétacé inférieur* sont imparfaitement connues. Nous signalerons l'abondance dans le *Barrêmien glauconieux* d'une espèce très allongée (Logis du Pin, la Lagne près Castellane, etc.) qui devra être décrite dans la révision de ce groupe de Céphalopodes, qui est absolument nécessaire. Nous espérons que ce travail tentera quelque paléontologiste.

(2) Voir la note que nous avons consacrée à cette espèce et aux variations des *Desmoceras* (Trav. Lab. Fac. des Sc. de Grenoble, t. III, 2). — Ce groupe demande une *sérieuse révision ;* beaucoup de nos espèces sont représentées parmi les petites formes pyriteuses de l'Algérie et de l'Espagne.

Il importe de noter la *corrélation qu'il y a entre la réduction d'épaisseur du Barrêmien et celle de l'Aptien*; ce dernier arrive même à disparaître complètement (Escragnolles, etc.). Ces modifications se font, du reste, dans la région où le Jurassique supérieur prend le faciès récifal et dolomitique et l'Hauterivien le faciès à Spatangues.

Remarquons aussi que la faune d'Ammonites signalée par MM. Sayn et Lory dans le Barrêmien récifal, a précisément beaucoup d'analogie avec celle du type glauconieux et s'éloigne davantage de la faune du Barrêmien vaseux :

A Escragnolles, dans les ravins de St-Martin et de Clars, le type glauconieux est *superposé* au type vaseux.

a) Dans les calcaires à faciès vaseux, nous avons recueilli :

Phylloceras ladinum Uhlig.
Desmoceras Charrieri (d'Orb.) Fallot sp.
— *difficile* d'Orb. sp. (abondant).
Holcodiscus Caillaudi d'Orb. sp.
Crioceras Emerici d'Orb.
Crioceras sp.

b) Dans la couche glauconieuse qui surmonte la précédente, nous avons trouvé entre autres :

Belemnites cf. *biskidensis* Uhlig.
Hamites incertus d'Orb.
Desmoceras Charrieri (d'Orb.) Fallot sp., commun.
Holcosdiscus Perezi d'Orb. sp.
— *van den Heckei* d'Orb. sp.
Pulchellia Didayi d'Orb. sp.
— *Karsteni* Uhl..
Terebratula Moutoni d'Orb. (1), etc., etc.

Remarquons en terminant, qu'ici comme pour le Valanginien et l'Hauterivien, la *répartition des Ammonitidæ* nous a offert des phénomènes très curieux :

Ainsi, le Barrêmien à Spatangues et les calcaires bicolores sont caractérisés par *Hopl. cruasensis* signalé à Barcelonne (Drôme), Livron (Kilian et Fallot), St-Pierre-de-Chérennes, Chalais, Myans et Chapareillan (Musée et collections de Chambéry et collections de la Faculté des Sciences de Grenoble), à Combovin (Drôme), dans l'Ardèche et dans le Gard. Cette espèce, par contre, fait défaut ou est

(1) Voir, dans ce volume, notre Mémoire sur Escragnolles, en collaboration avec MM. Zürcher et Guebhardt.

excessivement rare dans le *Barrêmien* purement vaseux (Montagne de Lure, Barrême, etc.).

Desmoceras Charrieri d'Orb., *Holcodiscus Perezi* d'Orb., et un certain nombre d'autres espèces énumérées plus haut, accompagnent d'une façon constante le type glauconieux.

Nous pouvons citer, d'autre part, comme spéciaux au faciès vaseux : *Phylloceras infundibulum*, *Lytoceras Phestus*, *densifimbriatum*, *anisoptychum*, *stephanense*, *Desmoceras psilotatum*, *Holcodiscus fallax*, etc.

En résumé, il est possible de distinguer dans le Barrêmien du Sud-Est, les types suivants :

1° Type vaseux à Céphalopodes (Lure, Barrême, etc.).

2° Type à Spatangues et à silex (Luberon, Grenoble, Raye) (*Hopl. cruasensis*).

3° Type glauconieux (Escragnolles).

4° Type récifal (Menglon, traces à la Charce, etc.).

E. — Aptien inférieur.

Calcaires a Ancyloceras Matheroni et a Hoplites Deshayesi (consobrinus) (= Couches de la Bedoule (Aptien inférieur), Hébert ; Calcaires de Vaison et calcaires marneux à *Am. consobrinus* Léenhardt ; niveau inférieur de Gargas (Nos 2 et 3 de la coupe de M. Leenhardt, p. 98) ; Cruasien, Torcapel (*emend.* Leenhardt) ; Calcaires du Teil, Leenhardt ; Rhodanien Renevier, et Voconcien, Kilian ; Bedoulien, Toucas(1)].

L'Aptien inférieur, de puissance très variable, affecte en général, dans la Montagne de Lure, la forme de calcaires gris ou blanchâtres à silex noirs, à fossiles souvent siliceux (Redortiers, etc.) et généralement de grande taille : *Nautilus Requieni* d'Orb., *Ancyloceras* (2) *Matheroni* d'Orb., *Anc. Renauxi* d'Orb., *Anc.*, n. sp. (Sisteron), *Hopl. Deshayesi* Leym., sp. (= *consobrinus* d'Orb.), *Cost. recticostatus*

(1) C'est par erreur que M. de Lapparent nous attribue (Traité de Géologie, 3e éd., p. 1098) la paternité de ce terme qui a pour auteur M. Toucas.

(2) La révision du genre *Ancyloceras*, qui forme une partie du mémoire de M. Haug, sur l'Alpe Puez (1888), est remarquable. Nous en recommandons l'usage en ce qui concerne la faune de l'Aptien inférieur.

(3) Nous avons consacré plusieurs pages de notre description de la Montagne de Lure à la revision des *Acanthoceras* de l'Aptien et indiqué qu'il y avait là matière à une intéressante monographie et un certain nombre d'espèces nouvelles (*Ac. Stobiescki* d'Orb. sp., notamment, n'a jamais été figurée) à décrire. Malheureusement, ce travail, très nécessaire, n'a encore été entrepris par aucune des personnes auxquelles nous l'avions conseillé.

d'Orb., sp., *Acanthoceras Albrechti-Austriæ* Uhl. (beaux exemplaires de Noyers-s.-Jabron), *Stobiesckii* d'Orb., sp., *Desmoceras Matheroni* d'Orb., sp., etc. Cette division du Crétacé inférieur est, dans la plupart des points, très pauvre en fossiles bien conservés.

Dans le Nord et l'Est, nous y avons trouvé *Belemnites minaret* Rasp., *Ancyloceras Matheroni*, *Acanth. Martini* d'Orb., et *Hoplites Deshayesi* (*consobrinus*) à la partie supérieure (près de Beoudinar).

Au Sud on distingue :

I. — Une division inférieure : calcaires de teinte claire, à silex noirs craquelés, fossilifères surtout à l'abîme de Cruis, qui a fourni *Hoplites Deshayesi* (*consobrinus*), *Hopl Weissi* N. et Uhl., *Acanthoceras Albrechti-Austriæ* (commun), *Costidiscus recticostatus*, *Desmoceras Matheroni*, *Ancyloceras Matheroni*, *Plicatula placunea*.

II. — Au-dessus, les calcaires bis, grenus, tachetés d'oxyde de fer, en plaquettes (Calcaires des Graves) sont remplis d'espèces aptiennes : *Belemnites semicanaliculatus* Blainv., *Macroscaphites striatisulcatus* d'Orb., sp., *Acanthoceras Martini*, *Acanth. Albrechti-Austriæ*, *Hapl. impressum* d'Orb., sp., *Desmoceras Melchioris* Tietze, *Hoplites furcatus* Sow., *Hopl. Deshayesi* Leym., *Ancyloceras Matheroni* d'Orb., *Anc. varians* d'Orb., *Plicatula placunea* Lam., *Plic. radiola* Lam., *Pecten Cottaldi* d'Orb., *Ostrea aquila* Br., *Rhynchonella lata* Sow., sp., *Rh. depressa* d'Orb., *Terebratula sella* Sow., *Toxaster* (*Echinospatagus*) *Collegnoi* Sism., etc.).

Nous n'avons pas besoin d'insister beaucoup ici sur le caractère essentiellement aptien de cette faune. A part *Belemnites minaret*, qui persiste dans les couches inférieures, et *Costidiscus recticostatus*, tous les Céphalopodes cités se rencontrent habituellement dans l'Aptien inférieur ; le groupe très caractéristique de *Hoplites Deshayesi* (et *Weissi*) et celui d'*Acanthoceras Martini* (*Stobiesckii*, *Albrechti-Austriæ*, etc.) sont suffisamment significatifs à cet égard, ainsi que l'apparition des grands *Ancyloceras* tels que *Anc. Matheroni* et *varians* ; *Desm. Matheroni* est également une des formes les plus répandues (1) dans l'Aptien inférieur du Midi. *Nautilus neocomiensis* se trouve à la Bedoule, quoique surtout connu du Néocomien inférieur. *Haploceras impressum* est une espèce de l'Aptien de Vergons. Ajoutons que l'on voit apparaître au sommet de l'assise (horizon des Graves) une série de formes plus récentes encore : *Belemnites semicanaliculatus*, *Macroscaphites striatisulcatus*, *Phyllo-*

(1) Nous en avons figuré, des environs de Castellane, un exemplaire adulte, convergeant vers les *Pachydiscus*. (Arch. du Mus. de Lyon, t. V, 1892).

ceras Guettardi, *Desmoceras Belus*, *Hoplites furcatus* (*Dufrenoyi*), *Ptychoceras læve*, *Plicatula radiola*, que nous allons retrouver dans les marnes aptiennes. La plupart des Bivalves et des Brachiopodes sont des espèces communes à l'Urgonien et à l'Aptien des régions classiques ; citons cependant comme spécialement habituelles à l'Aptien : *Plicatula placunea*, *Pl. radiola*, *Ostrea aquila*, *Terebratula sella*, *Ter. Dutemplei*, *Ter. depressa*, *Rhynchonella lata* et *Rh. Gibbsi*. Enfin, le *Toxaster* (*Echinospatagus*) *Collegnoi* Sism., très fréquent, est un des fossiles considérés comme les plus caractéristiques de l'Aptien inférieur. *Cidaris cornifera* est une espèce urgonienne.

Le caractère de cette faune est moins franchement méditerranéen et vaseux que celui de la précédente. Les espèces du Nord (*Hoplites Deshayesi*, *H. Weissi*, *Acanthoceras Martini* (*Cornueli*), et la plupart des Lamellibranches et des Brachiopodes y sont associés à quelques formes plus spécialement méditerranéennes (*Macroscaphites striatisulcatus*, *Desmoceras Matheroni*, *Acanth. Albrechti-Austriæ*, *Ac. Stobiesckii*, *Toxaster Collegnoi*, etc.).

Dans la liste d'espèces de ce niveau, publiée en 1888, nous avons discuté et établi la synonymie des *Acanthoceras Stobiesckii*, *Albrechti-Austriæ*, *Martini* [= ? *Am. Meyendorfei* d'Orb. 1844, in Murchison, Verneuil et Keyserling)], *Cornueli* et de *Hoplites Deshayesi*. Ajoutons-y *Am.* (*Stolczkia*?) *flexisulcatus* d'Orb. de Fontblanche.

Ces calcaires passent latéralement, au Sud-Ouest, à des calcaires blancs qui contiennent *Requienia ammonia* et *Requiena gryphoides*, et dont nous parlerons plus loin. M. Leenhardt a donné une description excellente de la constitution et des variations de cet étage dans la région du Ventoux (Calcaires de Vaison, etc.).

D'autre part, le type de l'Aptien inférieur de la Bedoule (Bouches-du-Rhône), est trop connu par les travaux d'Hébert, de MM. Leenhardt et Toucas (1), pour que nous le décrivions ici. C'est le niveau des grands *Ancyloceras* : *Ancyloceras Matheroni* d'Orb., *Anc. varians* d'Orb., *Anc. Coquandi* Math., *Anc. Renauxi* d'Orb. (= *Audouli* Ast.), *Anisoceras carcitanense* Math.

Quoique beaucoup plus réduit que le long de l'axe Ventoux-Lure, l'Aptien inférieur se montre d'une façon constante au-dessus du Barrêmien, dans une grande partie de la région delphino-provençale et a été très souvent confondu avec lui. Il n'est pas inutile de donner ici quelques indications à son sujet.

(1) V. Toucas. *B. S. G. F.*, 3e série, t. XVI, p. 923.

Il est très reconnaissable dans le Nord de la Drôme, à Lesches (*Acanthoceras Stobiescki*, *Hoplites Deshayesi*), à la Charce (1) (*Hoplites Deshayesi*, *Hopl. Weissi*) et à Valdrôme (*Acanthoceras* cf. *Stobiesckii*). On le retrouve plus au Sud, à St^e-Jalle (*Cost. recticostatus*, *Hopl. Deshayesi*), aux Rollands, près de Nyons (*Cost. recticostatus*), où il est formé par de gros bancs de calcaire bleuâtre exploités pour chaux hydraulique.

A St-Jacques (*Acant. Stobiesckii*), près de Barrême(2), son existence a été reconnue par nous, malgré son peu d'épaisseur (1 à 3^m). Près de Chatillon-en-Diois, nous avons observé, en compagnie de MM. P. Lory et Sayn, des calcaires en gros bancs, à silex noirs, renfermant *Costidiscus recticostatus* et qui représentent la même assise. A Moriez et près d'Hyèges, dans les Basses-Alpes, il contient : *Hoplites Deshayesi*, *Acanthoceras Martini*, *Costidiscus recticostatus* dans des bancs épais de calcaires légèrement marneux (2 à 3^m), intercalés entre le Barrèmien et les marnes aptiennes. Il affleure encore le long de la route de St-André de Méouilles. On le retrouve avec les mêmes caractères, non loin de là, à Vergons et à Angles ; il occupe la même position et renferme : *Ac. Stobiesckii*, *Ac. Amadei* Uhl. (du groupe de *Ac. Martini*), *Costidiscus recticostatus*, *Desmoceras* sp.

Vers l'Ouest, dans les régions voisines du Rhône et dans le Comtat, l'Aptien inférieur se présente parfois sous un autre aspect : il est gréso-marneux, grumeleux, et aux Céphalopodes s'associent de nombreux Bivalves.

Au Chêne, près d'Apt, M. Leenhardt nous a montré à la base de l'Aptien supérieur des marnes contenant une faune spéciale [*Hoplites Deshayesi* (pyriteux), *Ostrea aquila*, *Plicatula placunea*] et qui constituent un *faciès pyriteux* de l'Aptien inférieur.

Près de Clansayes, l'Aptien inférieur, très réduit en épaisseur, et marno-grumeleux, sabieux et jaunâtre à la base, repose sur des calcaires blancs oolithiques et coralligènes à *Orbitolines* (Faciès urgonien) qui, probablement, en représentent la partie tout à fait inférieure. Il contient là : *Acanth. Stobiesckii*, *Desmoceras Matheroni*, *Ancyloceras Matheroni*, *Sphæra corrugata*, *Plicatula placunea*, *Ostrea aquila*, *Rhynchonella Gibbsi* Sow., *Toxaster Collegnoi*, des Serpules,

(1) Signalé par Hébert en 1891 qui cite *Am. Matheroni* à la Charce.

(2) Hébert avait bien mentionné de cette localité *Ancyloceras Matheroni* et *Am. Matheroni*, mais sans distinguer les bancs où sont exclusivement cantonnées ces espèces.

etc. Il en est de même dans plusieurs localités des environs d'Apt, à Fontaube (1), près Murs (Vaucluse), etc.

Dans le Gard, à Serviers, l'Aptien inférieur paraît bien développé d'après la faune qu'y a recueillie M. Allard de Tarascon, dans la collection duquel nous avons vu de cette localité : *Acanthoceras Martini* d'Orb., sp. (bel échantillon adulte), *Acanth.* cf. *Stobiescki*, *Hoplites Deshayesi*, *Nautilus Neckerianus*, *Ostrea aquila* Brgt, etc. Emilien Dumas (*loc. cit.*, p. 404) a publié, de cette région, une liste de fossiles de l'Aptien inférieur, très typique et tout à fait homogène.

On sait que cette même assise est riche en Céphalopodes de grande taille, dans la vallée du Rhône, à Lafarge (Ardèche), à l'Homme d'armes, Sorgues, Vedènes, etc., d'où MM. Douvillé et Toucas ont cité : *Ancyloc. Matheroni*, *Hoplites Deshayesi*, *Costidisc. recticostatus*, *Acanthoc. Cornueli* et *Martini* de grande taille.

L'Aptien inférieur est bien caractérisé, ainsi que l'a fait remarquer M. Haug, à Gardenazza (Tyrol méridional), en Transcaucasie, dans la Haute-Marne, et à Atherfield (Ile de Wight) ; partout il contient les mêmes Céphalopodes. Enfin, en Espagne, dans la province de Barcelone, notre confrère le chanoine Almera, a recueilli toute une faune aptienne inférieure, qu'il a bien voulu nous communiquer et qui se compose, entre autres, de :

Acanthoceras Martini d'Orb., sp. Puig Florit, Castellet.

(1) Entre la ferme de Fontaube et Murs, nous avons relevé avec M. Leenhardt, la série suivante :

1° Calcaires à Requienies (Urgonien des auteurs). La surface du dernier banc est mamelonnée et *enduite d'une patine ferrugineuse.*

2° Marnes jaunâtres grumeleuses et calcaires marneux de même teinte, renfermant :

Acanth. Stobiesckii d'Orb., sp.
Desm. Matheroni d'Orb., sp.
Hoplites Deshayesi Leym., sp.
Ancyloceras Matheroni d'Orb.
Nautilus sp.
Plicatula placunea d'Orb. (abondant).
Ostrea aquila d'Orb.
Bivalves divers.
Toxaster (*Echinospatagus*) *Collegnoi* (*) Sism. (abondant).

3° Marnes aptiennes à fossiles pyriteux.

(*) **Toxaster Collegnoi** Sismonda. Tous les échantillons de cette espèce, remarquable par ses ambulacres pairs déprimés, sont bien typiques. Le *T. Collegnoi*, par son ambulacre impair, appartiendrait à la section *Miotoxaster ;* Pomel l'a placé par suite d'une erreur évidente dans le même genre que l'*Epiaster Vatonnei* Coquand et en a fait un *Hypsaster*, bien qu'il n'y ait entre les deux types aucun caractère commun. *Toxaster Collegnoi* présente parfois les rudiments d'un fasciole péripétale diffus et nous montre une forme de passage intéressante entre les vrais *Toxaster* et les Hémiastériens (Note de M. J. Lambert).

Acanthoceras Stobiesckii, d'Orb., sp. Puig Florit, Castellet.
Hoplites Deshayesi Leym., sp.
Anisoceras carcitanense Math. (= *Hamites Orbignyana* Forbes), La Vall de Olerdola (espèce de la Bedoule).
Nautilus Requieni d'Orb. La Vall Olerdola.

Ces espèces sont accompagnées (Le Castellet) de toute la faune dite *urgo-aptienne*, notamment de : *Toxaster Collegnoi* Sism., *Catopygus* sp., *Holaster* sp., *Epiaster* sp.

L'Aptien inférieur à silex avec *Plicatula placunea*, *Toxaster Collegnoi*, existe à l'Est des Martigues (Bouches-du-Rhône) et jusqu'aux environs de Toulon (le Beausset) ; M. Collot (*loc. cit.*) en a donné de bonnes descriptions et scrupuleusement limité l'extension.

L'Aptien inférieur disparaît, ainsi que les marnes aptiennes, dans le Sud des Basses-Alpes, il existe encore à Vergons et au Logis du Pin, mais *il fait défaut* à la Palud-de-Moustiers, Andon, Escragnolles, etc. Cette disparition coïncide avec l'amincissement des autres étages néocomiens, l'apparition du faciès glauconieux dans le Barrêmien et l'Hauterivien, celle des « Calcaires blancs » dans le Jurassique supérieur. Elle est due, comme tous les caractères précités, à l'influence d'un littoral voisin et a été causée probablement par un avancement momentané de la ligne de rivage vers le Nord.

Dans certaines régions, l'Aptien inférieur subit des modifications beaucoup plus profondes, dues à l'apparition de puissantes formations récifales ; nous allons étudier ce nouveau faciès dans la partie occidentale de la Montagne de Lure et dans quelques autres contrées du Sud-Est.

Modifications latérales des calcaires a Ancyloceras Matheroni et question de « l'Urgonien »

(= Calcaires à Caprotines, calcaire à Chama (p. parte), auctorum ; calcaires à Requienies (p. parte), Urgonien (p. parte) des auteurs ; Donzérien, Torcapel : Schrattenkalk des Suisses et des Allemands, etc.).

Nous pouvons considérer comme démontrées par nos recherches sur la Montagne de Lure (auxquelles nous renvoyons pour les détails), les propositions suivantes :

1° Partout où nous avons pu voir le substratum des formations coralligènes, il est formé par le Barrêmien supérieur.

2° Ces dépôts récifaux sont recouverts par les Marnes aptiennes ou, lorsque celles-ci ont été enlevées, par les Grès verts.

3° Ils occupent donc le niveau exact de l'Aptien inférieur auquel ils passent latéralement. Dans certains points, ils présentent en effet à leur partie supérieure un reste aminci des bancs à faune aptienne (*Ammonites Martini*, *Am. Deshayesi (consobrinus)*, *Am. Stobiesckii*, *Plicatula placunea*, *Ostrea aquila*).

4° D'autre part, il est un fait certain : c'est que, dans le Nord et l'Est de notre champ d'études, partie où les calcaires coralligènes font entièrement défaut et où l'Aptien inférieur est représenté par des calcaires à *Am. Deshayesi (consobrinus)*, il n'existe pas de lacune stratigraphique ni aucune trace d'arrêt de sédimentation ou d'émersion entre les calcaires à *Am. difficilis* et les Marnes aptiennes. — Nous sommes en droit de conclure de ces considérations que *les calcaires coralligènes à Requiénies du Sud-Ouest de la région de Lure, ne sont autre chose qu'une modification latérale de l'Aptien inférieur à Ancyloceras Matheroni et Am. Deshayesi (consobrinus)* (1).

Des coupes, en grand nombre, permettent de se rendre compte du passage d'un faciès à l'autre et de constater les caractères essentiellement coralliens ou *subcoralligènes* des calcaires à Requiénies (2). Il est inutile de faire ressortir le cachet spécial de leur faune, composée ici entièrement d'éléments spéciaux à l'Urgonien classique tel qu'il existe à Orgon et aux environs.

Les constatations que nous avons faites de concert avec notre excellent ami M. F. Leenhardt dans de nombreuses localités du Sud-Est, nous permettent d'avancer en outre les faits suivants :

Les calcaires à Requiénies (Urgonien des auteurs), si puissants dans le Vercors, où ils s'étendent du Néocomien au Gault, ne sont plus représentés à Lesches, près Baurières (Drôme), que par des bancs coralligènes oolithiques, à débris et rognons de silex, intercalés entre le Barrêmien (*Desmoceras difficile*, *Phyll. semistriatum*,

(1) Les Rudistes de ces calcaires à Requiénies ont été récemment étudiés par M. Paquier (*C. R. Ac. des Sc.*, 4 mars 1895; avril 1896) qui compte en faire une révision.

(2) Une des figures de la Pl. XV représente une coupe microscopique du calcaire à Requiénies de Simiane, exécutée par les soins de notre confrère et ami Maurice Hovelacque. — On voit que la roche est presque entièrement formée de débris organiques et surtout de *Foraminifères*. MM. Sayn et P. Lory (*loc. cit.*, p. 13) ont donné de leur côté quelques détails sur la composition microscopique des calcaires récifaux de ce niveau.

etc.), et l'Aptien inférieur (*Acanth. Stobiesckii*, etc.). A la Charce (Drôme), on observe au sein du Barrêmien à *Desm. difficile* et *Macroscaphites Yvani*, des nodules calcaires à *Orbitolines* et une mince assise (1 mètre) de calcaire *oolithique* à Gastropodes et Polypiers. Ces couches sont surmontées, elles-mêmes, par l'Aptien inférieur à *Hoplites consobrinus* et *Acanth. Martini*. Plus au Sud, dans la chaîne Ventoux-Lure, les calcaires à Requiénies prennent de nouveau un grand développement, mais ici ils passent latéralement à des couches dont la faune, quoique renfermant encore *Costidiscus recticostatus*, est nettement aptienne (*Ancyloceras Matheroni*, *Hoplites consobrinus*, *Acanth. Stobiesckii*, *Acanth. Martini*, *Desm. Matheroni*, etc.).

Il résulte de ces faits :

1° Que le Barrêmien peut être distingué sur un grand nombre de points, et qu'il forme un sous-étage important, recouvert *directement* par l'Aptien inférieur.

2° Que les calcaires à Requiénies et les formations coralligènes, connues sous le nom d'*Urgonien*, se montrent, tantôt dans le *Barrêmien*, tantôt dans l'Aptien, tantôt dans les deux sous-étages à la fois.

Des modifications analogues ont été signalées dans la région du Ventoux par M. Leenhardt, qui les a décrites en détails, tout en leur maintenant provisoirement le nom d'*Urgonien* (couches coralligènes à *Orbitolina lenticularis*, *Lumachelle*, calcaire à *polypiers* et à *Requiénies*, calcaire à débris, calcaire à silex). Enfin, dans une grande partie des monts de Vaucluse et dans les Bouches-du-Rhône, le *faciès récifal* ou Urgonien prend un développement considérable (Orgon, St-Chamas, Etang de Berre, Ste-Beaume, Coudon, etc.) ; on peut y distinguer plusieurs niveaux dont nous n'avons pas à nous occuper ici ; leur description nous entraînerait trop loin. Ces calcaires urgoniens reposent directement sur des couches à Spatangues, probablement barrêmiennes (voir plus haut) et représentent sans doute eux-mêmes la partie culminante de cet étage, en même temps qu'une notable portion de l'Aptien inférieur. Ce dernier est souvent représenté à l'état plus ou moins rudimentaire, à leur partie supérieure, par son faciès à Céphalopodes. A la Bedoule, l'Aptien inférieur à Céphalopodes est supporté par des calcaires à Requiénies (Urgonien). Derrière le village on voit une couche intermédiaire grumeleuse, à débris. Sous ces calcaires, il y a du Barrêmien à *Toxaster Ricordeanus*.

La présence d'un exemplaire de *Desm. Charrieri* var. *Cureti* Kil. dans les calcaires blancs récifaux d'Orgon semblerait assigner à ces

assises un âge barrêmien plutôt qu'aptien inférieur. On a vu que le faciès « urgonien » envahit, suivant les localités considérées, tantôt le Barrêmien (Menglon dans le Diois), tantôt l'Aptien inférieur [environs de Banon (Basses-Alpes)], tantôt à la fois une partie des deux étages (Dauphiné). Or l'échantillon en question a été trouvé par M. Albin Curet dans des bancs que M. Leenhardt (1) considère comme assez élevés et appartenant à l'*Aptien inférieur*. Au point de vue stratigraphique, la présence de cette espèce dans l'Urgonien d'Orgon le plus typique, mérite donc d'autant plus d'être signalée, que nous pouvons affirmer qu'à notre connaissance aucune espèce aptienne ne peut être identifiée à cette forme qui a bien un cachet barrêmien très net et qui paraît bien, à Orgon, persister jusque dans le Bedoulien. Ajoutons que l'exemplaire figuré par nous est la *seule* ammonite *déterminable* qui ait été rencontrée dans les calcaires blancs d'Orgon (2) ; c'est à ce titre que nous l'avons fait connaître (3).

La même transformation plus ou moins complète en calcaires urgoniens s'observe plus à l'Ouest encore dans le Gard (Navacelle), à Pierrelatte (Drôme) et dans l'Ardèche (environs de Vallon).

Vers le Nord, il est facile de suivre, dans la Drôme et dans les Hautes-Alpes, l'apparition graduelle du faciès à *Orbitolines* et du faciès récifal. C'est ainsi qu'à Montclus, on voit s'intercaler au sommet du Barrêmien et à la base de l'Aptien inférieur à Céphalopodes, un petit *banc rognonneux* à Orbitolines, déjà signalé par Ch. Lory et M. E. Fallot. Ce banc augmente notablement d'épaisseur vers le Nord et, à Fourcinet, près de Beaurières, les calcaires à débris à *Foraminifères* et à *Orbitolines* sont largement exploités et constituent une puissante assise, séparant le Barrêmien à *Macroscaphites Yvani* (Beaurières), de l'Aptien inférieur à *Acanthoceras Stobiesckii* (Plateau de Lesches). MM. P. Lory et G. Sayn viennent de décrire des accidents récifaux dans l'Aptien inférieur, près de Chatillon-en-Diois et de donner un curieux tableau de leur extension verticale. M. V. Paquier a fait connaître en détails des passages latéraux analogues sur le plateau du Chaffal, au Nord de la Drôme. Un peu plus au Sud, à Cobonne, près de Crest, M. Sayn nous a fait voir une couche avec *rognons* à *Orbitolines*, très mince, qui représente là tout l'Aptien inférieur si puissant à Gigors. [Voir aussi, pour l'Urgonien de la Chaîne de Raye : Bull. Serv. Carte géol. de France,

(1) *C. Rend. Réun. extr. Soc. géol. de Fr.*, 22 sept. 1895, p. CXLVIII.

(2) M. Pellat a rencontré dans les couches à Orbitolines d'Orgon des *Desmoceras* de très petite taille, malheureusement indéterminables (id., pl. CXLVIII).

(3) Annales Université de Grenoble, t. VII, 1896.

n° 53, p. 121 (1896) ; Compte-rendu de MM. Sayn et V. Paquier [ibid., n° 44 (1895), p. 139].] M. Fallot, de son côté (*B. S. G. F.*, t. XVII, p. 541), avait soupçonné le passage latéral des calcaires à silex d'Aouste et des assises à chaux hydraulique de Montélimar à l'Urgonien. Enfin, près de St-Julien en Beauchène et dans le Dévoluy, des modifications analogues s'observent au même niveau, d'après M. P. Lory, qui en prépare une description détaillée.

On arrive ainsi dans le Dauphiné septentrional, où l'Aptien inférieur vient disparaître, comme le Barrèmien supérieur, en se fondant dans la masse puissante des calcaires urgoniens.

Dans le Jura, l'Aptien inférieur n'est développé nulle part, avec son faciès à Céphalopodes ; il se présente tantôt sous la forme de calcaires urgoniens, tantôt sous celle de couches plus marneuses à *Bivalves*, *Gastropodes* et *Echinides* avec *Orbitolines*, que M. Renevier a désignés sous le nom de Rhodanien (1).

Passons maintenant à une question d'accolade qui semble beaucoup préoccuper certains géologues peu disposés « à rayer de la nomenclature le terme d'Urgonien, sous prétexte qu'il ne s'applique qu'aux calcaires à Requiénies ».

Ces auteurs admettent bien la récurrence possible des calcaires à Requiénies, mais ne voient pas pourquoi l'on ne conserverait pas le nom d'Urgonien à l'horizon dans lequel se présentent le plus souvent ces formations coralligènes et qui, du reste, a été, disent-ils, bien défini par d'Orbigny qui en connaissait, comme le prouvent les listes du Prodrome, le faciès à Céphalopodes.

A cela nous ferons observer que pour être d'accord avec d'Orbigny il faudrait considérer le Barrèmien *seul* à *Am. difficilis*, *Scaphites Yvani* et *Crioceras Emerici* comme le faciès vaseux de l'Urgonien, couche à laquelle M. Toucas, par exemple, ajoute encore son Rhodanien, à faune déjà en grande partie aptienne, pour former son

(1) Il y a beaucoup à dire sur la faune de ces diverses assises, sur les *Rudistes* qu'elles contiennent et sur les horizons que l'on peut y reconnaître. Nous laissons ces détails de côté, dans le présent travail, tout en rappelant que ce serait là le sujet d'une monographie du plus haut intérêt. M. V. Paquier a montré déjà toute l'importance qu'y prennent localement certains groupes de Rudistes (*Caprininées*). Les autres classes d'animaux y sont non moins curieuses, citons comme espèces intéressantes : *Pteroc. Beaumonti*, fréquent aux environs de Grenoble ; les Echinides [Miribel, Voreppe (*Salenia prestensis*), et surtout St-Jean-de-Couz (Savoie) : *Heteraster Couloni* Ag., *Pygaulus cylindricus*, *Pygaulus depressus*; *Nucleol. Roberti* Gras, etc.]. L'Urgonien crayeux de Barcelonne (Drôme) et de la forêt de Lente pourrait fournir des matériaux bien conservés.

Urgonien supérieur. Cette manière de comprendre l'Urgonien n'est donc pas strictement celle de d'Orbigny.

Il est bon de rappeler, du reste, que l'Urgonien existe aussi dans les Pyrénées, où son âge exact a fait l'objet de nombreuses publications et où, pas plus que dans le Sud-Est, il ne forme un étage autonome. Pour résumer l'ensemble de faits cités par les divers auteurs, qui se sont occupés, depuis une dizaine d'années, du Crétacé des Pyrénées, nous dirons qu'à partir de l'Aptien et même peut-être, à partir d'un niveau moins élevé (équivalent du Barrêmien), jusques et probablement y compris, le Cénomanien inférieur, les calcaires récifaux à Polypiers, Requiénies, et autres Rudistes (*Horiopleura*, etc.) et les couches à *Orbitolines* qui les accompagnent ici comme d'ordinaire, prennent un développement considérable. Ces calcaires semblent s'intercaler à tous les niveaux (Aptien, Gault, Cénomanien) ; mais leur faune qui, en dehors des Rudistes et peut-être faute d'une étude assez approfondie, semble être toujours la même, est encore trop peu connue ; la position qu'occupent ces récifs par rapport aux formations à Céphalopodes qui les entourent, n'a pas été précisée partout (1) avec assez de méthode pour que l'on puisse, dès à présent, se faire une idée tant soit peu exacte des rapports qui règnent, dans la région pyrénéenne ou subpyrénéenne, entre les dépôts récifaux dits « *urgo-aptiens* » et leurs équivalents vaseux. En tous cas, il paraît qu'il y a là un mode de développement spécial du Crétacé, caractérisé par la prédominance exceptionnelle des calcaires récifaux à Rudistes et des couches à Orbitolines, un facies particulier auquel on pourrait donner le nom de *facies pyrénéen* ou mieux encore de *facies lusitanien*, car c'est en Portugal qu'il est le plus spécialisé.

F. — Aptien supérieur

(Planche XIV).

Marnes a Ammonites nisus, Am. furcatus (Dufrenoyi) et Belemnites semicanaliculatus (= Marnes de Gargas, Aptien supérieur, Argiles à plicatules ; Gargasien [Kilian]).

a). — Type occidental.

Si nous essayons d'analyser la faune des marnes aptiennes dans l'O. de la chaîne de Lure, nous serons frappés du petit nombre

(1) M. Seunes considère une grande partie de ces calcaires comme *albiens*.

d'espèces (*Phyll. Guettardi* Rasp., sp., *Phyll. Tethys* d'Orb., sp., *Lytoc. strangulatum* d'Orb., sp., *Desmoceras Melchioris* Tietze, sp., *Ptychoceras Emerici* d'Orb.), communes aux assises inférieures à nos calcaires à silex. Certaines formes, au contraire, que nous avons vues apparaître au sommet de l'horizon précédent (calcaires des Graves), telles que *Belemnites semicanaliculatus*, *Macroscaphites striatisulcatus* d'Orb., sp. (1), *Desmoceras Matheroni* d'Orb., sp., *Desm. Belus* d'Orb., *Acanth. Martini*, *Ancyloceras Matheroni*, *Ptychoceras læve* d'Orb., *Plicatula placunea* continuent à se montrer et plusieurs d'entre elles prennent même ici leur plus grand développement.

A côté de ces espèces débutent une série de fossiles nouveaux tels que *Lytoceras Duvali* d'Orb. sp., *Lyt. Jauberti* d'Orb. sp., *Oppelia Nisus* d'Orb., sp., *Opp. aptiana* Sar., *Opp. nisoides* Sar., *Sonneratia undulata* Sar. (2), *Desmoceras Emerici* d'Orb., sp., *Hoplites furcatus* Sow., sp., (*Dufrenoyi* d'Orb., sp.), *Acanth. Royeri* d'Orb. sp., *Hopl. crassicostatus* d'Orb. sp., *Hoplites* (?) *gargasensis* d'Orb. sp., *Ancyloceras Emerici* d'Orb., ainsi qu'une faunule de petits Gastéropodes, *Plicatula radiola* Lam. qui remplace *Pl. placunea* Lam. (3), etc. L'abondance extrême des *Acanthoceras*, type inconnu dans le Néocomien proprement dit, imprime aux marnes aptiennes, ainsi qu'à l'assise calcaire immédiatement sous-jacente, un cachet plus récent qui annonce déjà l'époque albienne. Les *Lytoceras*, les *Desmoceras* et les *Phylloceras*, quoique relativement peu fréquents, donnent à cette faune un caractère méditerranéen, bien que, contrairement à ce que nous avons remarqué pour le Barrêmien, le nombre des espèces communes avec l'Aptien du Nord, soit assez grand : *Oppelia Nisus* (très commun), *Hoplites furcatus* (*Dufrenoyi*) (très abondant), *Acanth. Martini*, *Ancyloceras Matheroni*, la plupart des Gastéropodes et des Lamellibranches (*Plicatula placunea*, *Pl. radiola*, etc.).

Nous avons discuté, en 1888, la synonymie de plusieurs espèces, notamment de *Phylloceras Rouyi*, *Hoplites furcatus* (*Dufrenoyi*),

(1) Décrite récemment par nous sous le nom de *Macroscaphites Yvani*, mut. *striatisulcata* Kilian (*Ann. Univ. de Grenoble*, tome VIII, n° 1, 1896).

(2) Ch. Sarasin. Etude sur les *Oppelia* du groupe du *Nisus* et les *Sonneratia* du groupe du *Bicurvatus* et du *Raresulcatus*. (Bull. de la Soc. géol. de France, 3e série, t. XXI, p. 149).

(3) Nos marnes aptiennes à *Plicatula radiola* occupent un niveau supérieur à celui des marnes aptiennes du bassin de Paris à *Plic. placunea*, *Hoplites Deshayesi*, *Desm. Matheroni*, dont la masse principale correspond à notre Aptien inférieur du Midi (Niveau pyriteux du Chêne à *Hopl. Deshayesi*).

Macroscaphites striatisulcatus (1), etc. Plusieurs espèces du Prodrome, non encore figurées, sont citées dans notre liste ; nous en avons vérifié l'authenticité dans la collection d'Orbigny au Muséum.

D'une façon générale, la faune des Marnes aptiennes, riche en espèces nouvelles ou peu connues, a besoin d'une révision que nous n'avons pu entreprendre et qui s'impose autant pour les Céphalopodes que pour les autres groupes. Outre des *Rhynchoteuthys* et de rares *Aptychus* (la Baume, près Castellane), il faut citer de nombreux Gastropodes, puis *Pecten striatopunctatus* Roem., *Nucula* sp., *Astarte* sp. (la Baume, près Castellane), *Ostrea aquila*, *Ter. Moutoni*, *Gloss. hippopus* (Vergons), *Rhynch. decipiens* d'Orb. (Cheiron), *Cidaris Kiliani* Cott. (Carniol), de nombreux Polypiérites isolés, etc.

Dans la division supérieure on ne rencontre que des Bélemnites ; les Ammonites paraissent avoir complètement disparu. C'est *Belemnites semicanaliculatus* qui remplit ici les marnes. Il est important de remarquer que cette espèce, qui reste petite et claviforme dans l'horizon précédent, atteint ici une beaucoup plus grande taille et se rapproche de la grande variété (mut. *major*) figurée par d'Orbigny (Pl. V, fig. 10-15) (2). Ce fait est, du reste, général et peut être constaté dans une foule de localités du Sud-Est, notamment à Clansayes (Drôme). Il est donc probable que ce n'est pas une simple

(1) V. Ann. Univ. Grenoble, tome VII. — M. Sayn possède de grands individus de cette espèce, des marnes aptiennes, qui se rapprochent beaucoup de *Cost. recticostatus*. Cette dernière espèce existe dans l'Aptien supérieur de Castellane. Le genre *Macroscaphites* comprend donc (si l'on ne lui rattache pas les *Costidiscus* dont on connaît aussi actuellement plusieurs espèces) :

Du Barrêmien	*Macroscaphites Yvani* Puzos, sp. 1832.
	— *tirolensis* Uhlig, 1887 (Neocomfoss. von Gardenazza, Südtirol, pl. IV, fig. 2).
	— *binodosus* Uhlig, 1883 (Wernsdorf.-Sch., pl. IX, fig. 7).
	— *Fallauxi* Uhlig, 1883 (Wernsdorf -Sch., pl. X, fig.).
De l'Aptien	— *Yvani*, mut. *striatisulcata* d'Orb. sp. (Kilian, 1888).
	— *Yvani*, mut. *afra* Sayn, 1890.
	— nov. sp. indet. Sayn, 1890.

(2) Une révision de ce groupe est nécessaire. M. Renevier s'est occupé récemment de la synonymie des Bélemnites de l'Aptien (Bull. vaud. Sc. nat., t. XXIX, p. 91, 1893). — Il cite de l'Aptien du Comtat (Apt) : *Bel.* (*Hibolites*) *semicanaliculatus* Blainv., *Bel. pistilliformis* Blainv., *Bel.* (*Duvalia*) *Grasi*, d'Orb. *Bel.* (*Actinocamax*) *fusiformis* Voltz., *Bel. brunsvicensis* Stromb. (un seul échantillon, de Gargas).

variété fortuite et locale à laquelle nous avons affaire ici ; mais une *mutation* constante, dont la valeur stratigraphique ne peut être niée.

Dans la région de Lure l'Aptien supérieur a été fréquemment enlevé par l'érosion qui a précédé la formation des assises suivantes (Grès verts), qui alors reposent directement sur les calcaires à *Acanth. Martini* ou sur les calcaires coralligènes. Cette modification des calcaires est totale ou partielle ; les deux faciès peuvent être observés séparément ou coexister dans les points où il y a passage entre eux. Les rapports de toutes les assises entre elles ont été résumés dans un schéma (voir plus bas).

b). — **Type oriental.**

Dans l'Est de notre région, les marnes aptiennes, d'un noir bleuâtre, sont très puissantes ; elles contiennent des fossiles pyriteux : *Phyll. Guettardi*, *Ph. Paquieri* (espèce très voisine de *Ph. Calypso* et dénommée par M. G. Sayn, qui se propose de la figurer prochainement), *Lytoceras* aff. *Jauberti*, *Lyt. Duvali*, *Lyt. numidum* Coq. et Sayn (Cheiron, St-André), *Lyt. Depereti* Kil., *Lyt. Jauberti* (v. d'Orbigny, Journ. de Conch., 1851), *Desmoceras Melchioris*, *Desm. Belus*, *Acanthoceras Cornueli*, *Bel. semicanaliculatus* (surtout vers le sommet. — Plus au Nord, près de Rosans (Hautes-Alpes), on y a signalé des Poissons fossiles. Puissance : (20 à 50^{m}).

Au point de vue de la distribution des espèces, les affleurements des environs de Reynier présentent le type de Moriez et d'Hyèges, près de Barrême, caractérisé par l'abondance des *Phyll. Guettardi*, *Desm. Melchioris* (le Cheiron, etc.), *Lyt. Duvali*, *Lyt. Jauberti*, *Lyt.* aff. *Jauberti*, *Desm. Belus*, *Desm. Emerici*, *Desm.*, nov. sp., etc. [A l'Ouest, au contraire, nous avons vu que le *Phyll. Guettardi* est très rare, tandis que c'est par millions que se rencontrent *Hoplites Dufrenoyi*, *Oppelia Nisus* ; les *Hoplites* (*Hoplites gargasensis*, *Hopl. crassicostatus*) et les *Acanthoceras* (*Ac. Martini*) dominent, tandis qu'ici les *Phylloceras* et les *Lytoceras* jouent le rôle principal]. Il existe à Barrême et à Hyèges, dans les marnes aptiennes, une autre espèce de *Phylloceras*, répandue dans les collections sous le nom de *Ph. Moreli* (*Am. Morelianus*), mais bien différente de la figure de d'Orbigny. Elle est remarquable par la forme triangulaire (en pointe de flèche) de son ouverture, par sa région ventrale amincie et par la grande épaisseur des tours dans le voisinage de l'ombilic ; ce dernier est profond et infundibuliforme. Les stries, falciformes, ne sont visibles que sur la partie externe des flancs,

Nous avons décrit cette forme sous le nom de *Phylloceras Goreti* (1); il en existe de beaux échantillons à la Sorbonne.

D'autre part, M. Gevrey nous a montré des environs de Chaudon, probablement de Barrême, un superbe échantillon de *Haploceras impressum* d'Orb., adulte, très remarquable par son ornementation.

C'est à ce deuxième type qu'appartiennent les affleurements de la vallée de Jabron. On rencontre en abondance, dans les marnes de Baudebuche et à Paresoux, à l'Ouest-Sud-Ouest de Sisteron :

Bel. (*Duvalia*) *Grasi* Rasp.
Phylloceras Guettardi Rasp., sp.
Lytoceras Duvali d'Orb., sp.
Desmoceras Matheroni d'Orb., sp. (assez commun).
Acanthoceras Cornueli d'Orb., sp.
— *Martini* d'Orb., sp. var.
— *pretiosum* d'Orb., sp.

M. Coulomb, de Sisteron, nous a communiqué de cette même localité plusieurs volumineux morceaux de *bois fossile*. Ces débris ont été examinés au microscope, en plaques minces, par M. Lachmann, professeur de botanique à la Faculté des sciences de Grenoble, qui y a reconnu des restes de *Conifères* (2).

Ces marnes sont également fossilifères au Pas-de-Roche, à l'Ouest de Noyers, où M. l'abbé Latil a recueilli une série d'Ammonites indiquant également le type oriental : *Lyt. Duvali, Phyll. Guettardi, Gloss. hippopus*, etc.

On retrouve ce type surtout à l'Est, mais il existe aussi à la Roche-St-Secret (Garnier, 1878) et aux environs de Sainte-Jalle et notamment à Tarandol, où nous avons recueilli :

Lytoceras Duvali d'Orb., sp.

(1) *Arch. du Muséum de Lyon*, t. V, 1893.

Dans la même publication, nous avons fait connaître un *Lytoceras* des marnes aptiennes à type oriental, sous le nom de *Lytoceras Depereti* Kil. — V. G. Sayn et W. Kilian. Contributions à l'étude des Céphalopodes crétacés du S.-E. de la France. I. Sur quelques Ammonitidés appartenant au Muséum d'Histoire naturelle de Lyon, par W. Kilian, 10 p., 1 pl. (Arch. du Mus. d'Hist. nat. de Lyon, t. V, 1892).

Lytoceras stephanense n. sp. Barrêmien (Angles, Morteiron).
— *Depereti* n. sp. Aptien supérieur de Barrême.
Phylloceras Goreti n. sp. Aptien supérieur d'Hyèges.
(? = *Am. Fortunei* Honnorat).
Desmoceras Matheroni d'Orb., sp. Exemplaire adulte de Castellane. Aptien inférieur.

(2) Voici la diagnose que nous a transmise notre collègue : Sisteron — 520 — Bois de Conifère facilement reconnaissable aux *aréoles circulaires* de ses trachéides.

Phylloceras Guettardi Rasp., sp.
Haploceras impressum d'Orb., sp.
Desmoceras Emerici d'Orb., sp.
— *Melchioris* Uhl., sp.
— n. sp., voisine d'*Emerici* (à décrire), très commune.
— *Belus* d'Orb., sp.
— *Matheroni* d'Orb., sp.
Acanthoceras cf. *Cornuéli* d'Orb., sp. Espèce *qui se retrouve dans le Gault de Clansayes* et qui passe au groupe de *Ac. Bergeroni* Seunes, *Ac. Bigoureti* Seunes.
Acanthoceras, nouvelle espèce.
— n. sp.
Hoplites (??) *gargasensis* d'Orb., sp. (rare).
Belemnites semicanaliculatus Blainv., variété épaisse et courte.

C'est le point le plus occidental ou l'on ait signalé ce faciès. Vers le Nord, nous le connaissons à la butte du Serre-Chaïtieu, près de Lesches (Drôme), où l'on trouve :

Belemn. semicanaliculatus Blainv.
Lytoceras Jauberti d'Orb., sp.
Phylloceras Guettardi Rasp., sp.
— *Moreli* d'Orb., sp.
— *Rouyi* d'Orb., sp. (Coll. Lamy).
— *Goreti* Kilian.
Desmoceras Emerici d'Orb., sp.
Acanthoceras cf. *Cornueli* d'Orb. (la même qu'à Tarandol, Hyèges et Vergons).

Près de Valdrôme, c'est encore la même faune qui caractérise les marnes aptiennes, avec *Bel. semicanaliculatus ;* elles se retrouvent à Montclus (*B. semicanaliculatus, Desm. Belus*, etc.). On y rencontre des Poissons à Beaufort et Rosans (v. les travaux de Ch. Lory, de Rouville, Gervais).

Ch. Lory a observé à Rosans des grès à *Hopl. furcatus.*

Observations relatives aux Marnes aptiennes.

Encore bien développées près St-Julien en Beauchêne, près de Lesches (Garnier, 1878 ; Kilian, 1888), à Glandage (Grès à *Hopl. furcatus*) (1), et dans quelques autres localités du Nord de la Drôme,

(1) Signalé par Ch. Lory in coll. (1854),

les Marnes aptiennes subissent, plus au Nord, de profondes modifications.

Dans le Dauphiné septentrional, M. Fallot et M. V. Paquier ont récemment fait voir qu'elles s'amincissaient sur le plateau du Chaffal (*Nautilus bifurcatus* Oost. Ch. Lory in coll.), tout en devenant sableuses. Ch. Lory a même signalé à ce niveau de véritables grès à la Batie-Crémezin. On ne les retrouve pas, dans une grande partie du Vercors ; elles *font défaut* dans le massif de la Chartreuse, dans la plus grande partie de la Savoie, etc. Il est très probable néanmoins, que, malgré leur ensablement vers le Nord de la Drôme, décrit par MM. Fallot et Paquier, et qui pourrait être interprété comme l'indice d'un rivage voisin, leur absence apparente dans ces régions est due en bonne partie à l'envahissement de l'Aptien supérieur par le facies récifal, et qu'elles y sont représentées par la partie tout à fait supérieure de l'Urgonien.

Il existe, en effet, dans le Dauphiné, en Savoie et en Suisse, *au-dessus* des assises à *Heteraster oblongus*, une *puissante série* de calcaires à faune spéciale et facies urgonien. C'est là, et non dans l'assise de base, qu'a été trouvé le type de *Matheronia Virginiæ* décrit par Albin Gras. On remarque également à ce niveau, ainsi que l'ont montré les auteurs, et en particulier M. Renevier (Bull. Soc. géol. de France. Réunion extraordinaire à Grenoble), l'absence de *Requienia ammonia* et l'existence d'une série de formes intéressantes (*Gyropleura*, nov. sp., etc.), encore peu connues. Ch. Lory a, du reste, signalé à ce niveau des *Céphalopodes* de l'*Aptien*. En effet, à Rencurel, aux Ravix, au Fa, au Rimet et dans quelques autres localités de Vercors, cet auteur a décrit sous le nom de deuxième niveau à *Orbitolines*, une assise très riche en fossiles (nombreux *Echinides* étudiés par Albin Gras (*Toxaster Collegnoi* Sism., *Pygaulus Desmoulinsi* Ag., *Orthopsis Repellini* Cott., *Magnosia pulchella* Desor, *Psammechinus Theveneti* Des.), *Rhynch. Bertheloti* d'Orb., *Caprotina Virginiæ*, *Orbitolina discoidea* Gras, *Orbitolina conoidea* Gras, etc.), et dans laquelle M. Victor Paquier a constaté la présence de Rudistes spéciaux (*Gyropleura*, etc.).

Or, la collection Ch. Lory, Faculté des Sciences de Grenoble, et la collection Gevrey renferment de ce niveau les Céphalopodes suivants constituant une faunule gargasienne assez nette :

Nautilus plicatus d'Orb.
Belemnites semicanaliculatus Bl., les Ravix.
Acanthoceras Stobiesckii d'Orb. sp., Rencurel (coll. Gevrey).
— n. sp., Rencurel (coll. Gevrey).

Acanthoceras Martini d'Orb., sp.
— *Cornueli* d'Orb., sp., le Rimet (coll. Ch. Lory).
Macroscaphites striatisulcatus d'Orb., sp., Rencurel (coll. Gevrey).
Desmoceras sp., id.
— cf. *Matheroni* d'Orb., id.
Plicatula radiola d'Orb., les Ravix.

Il y a donc tout lieu de supposer que la deuxième zone à *Orbitolines* de Ch. Lory est l'équivalent latéral des marnes aptiennes.

Vers le Sud et le Sud-Ouest, au contraire, les marnes aptiennes conservent leurs caractères lithologiques, mais leur faune de *Céphalopodes* se transforme, les *Lytoceras*, les *Phylloceras*, les *Desmoceras* cessent d'être prédominants et sont en grande partie remplacés par des *Hoplites*, des *Sonneratia* et des *Oppelia*, c'est le TYPE OCCIDENTAL que nous avons décrit plus haut, dans la partie ouest de la Montagne de Lure. Il se retrouve à Lioux (Vaucluse), où abondent *Oppelia Nisus*, *Hoplites furcatus*, *Hop. crassicostatus*, *Hop. gargasensis*, etc., et dans le Comtat (Apt. Gargas, Croagnes, Saint-Saturnin, etc.),

Nous voyons, d'autre part, à Hyèges; près de St-André, d'Angles et de Vergons (*Ac. Martini*, *pretiosum*, *Desm. Belus*), à Gévaudan, Barrême (*Lyt. Depereti*), la Baume, le Cheiron et Colle Meyanne, près Castellane, au col de la Cine (*Ph. Guettardi*, *Lyt. Jauberti*), à Chabrières (d'après M. Vélain), etc., apparaître le TYPE ORIENTAL, tel que nous l'avons décrit plus haut et tel qu'il existe aussi à Blieux, près de Senez.

Les marnes aptiennes du Sud-Est de la France présentent donc, au point de vue faunique, *deux types* très nets, tous deux caractérisés par des Céphalopodes, mais remarquables : l'un par la prédominance des *Hoplites*, des *Oppelia*, des *Sonneratia* et des *Acanthoceras*, l'autre par l'absence ou l'extrême rareté des *Hoplites* et des *Oppelia* et par l'abondance des *Lytoceras*, des *Phylloceras* et des *Desmoceras*. Nulle part ces deux types ne se trouvent superposés, ils ont beaucoup d'espèces communes, mais ces dernières ne se rencontrent jamais avec la même fréquence de part et d'autre.

Leur répartition géographique (v. carte Pl. XIV) est telle que l'on pourrait désigner le premier sous le nom de type provençal (ou occidental) et le second par la désignation de *type alpin* (ou oriental).

On voit donc se reproduire pour les Céphalopodes de l'Aptien un

phénomène de répartition semblable à celui que nous avons signalé pour les diverses assises du Néocomien et pour le Barrêmien.

En ce qui concerne les diverses formes d'*Acanthoceras*, encore peu connues, il est remarquable de noter que le type *Martini* abonde surtout dans le facies occidental (Carniol, Apt, Gargas, Lioux, etc.), tandis que dans le facies alpin ce sont d'autres espèces, surtout le type *Cornueli*, qui représentent le genre *Acanthoceras*.

•

Plusieurs auteurs, se basant sur l'absence de l'Aptien supérieur dans le Sud des Basses-Alpes et les Alpes-Maritimes, précisément là où le Gault glauconieux est très fossilifère, ont voulu regarder ces deux assises comme deux facies d'un même étage. Nous avons nous-même un moment été tenté d'adopter cette manière de voir, mais les observations que nous avons eu l'occasion de faire dans les points (Tartonne, Vergons, etc.) où les dépôts sont continus du Barrêmien à l'Albien, nous ont convaincu de l'inexactitude de cette hypothèse.

Nous avons depuis (1) montré que l'Aptien supérieur présentait près d'Apt et de Clansayes, à sa partie supérieure, des assises passant au Gault tout à fait inférieur à *Acanth. mamillares* et *Acanth. Milleti*, lui-même bien inférieur au niveau exploité de Clansayes à *Acanth. nodosocostatum*. Cette dernière couche renferme du reste toute une série d'*Acanthoceras* dont beaucoup sont *inédits* et plusieurs très voisins d'une espèce aptienne : *Acanth. Cornueli* d'Orb. qu'il est curieux de voir ainsi se perpétuer jusque dans le Gault moyen.

On voit, par les caractères des assises que nous venons de décrire, que la mer recouvrait la région de Lure pendant la formation du Crétacé inférieur. Elle déposa d'abord des sédiments uniformément fins et vaseux, puis la sédimentation devint plus active au Sud, où se formèrent les puissantes assises du Barrêmien. On est tenté d'attribuer ce changement brusque de régime dans les dépôts, à l'existence de *bombements sous-marins précrétacés* qui, à l'époque barrêmienne, auraient donné lieu à de subites différences de profondeur dans la mer (2).

L'épaisseur considérable des calcaires barrêmiens et aptiens in-

(1) Bull. Serv. Carte géol. de Fr., sept. 1890 (en collaboration avec M. Leenhardt).

(2) M. Leenhardt admet des faits de ce genre pour la région du Ventoux ; il suppose même, pendant l'époque aptienne, un bombement N.-S. dans cette contrée (*loc. cit.*).

férieurs dans la partie méridionale a eu plus tard une grande influence sur la forme même du pli de Lure. Peut-être la dislocation sous-marine, qui a déterminé l'épaisseur variable des dépôts crétacés le long d'une ligne Est-Ouest a-t-elle été, à une date post-miocène, la cause déterminante de la formation d'un pli précisément le long de ce même axe. C'est grâce au jeu analogue de failles anciennes que Ch. Lory expliquait les plissements du Flysch dans le Briançonnais.

Quoi qu'il en soit, la région méridionale de Lure tend à se différencier à partir du Barrêmien ; l'Aptien inférieur également y montre une puissance surprenante et y revêt un facies coralligène qui dénote l'existence, au Sud-Ouest de Banon, de récifs coralliens importants, récif dont la présence exigeait une mer relativement peu profonde. Après cette période d'exhaussement sous-marin, les conditions de dépôt s'uniformisèrent de nouveau et la mer gargasienne laissa, dans toute la région, des sédiments fins et vaseux qui ont dû s'effectuer dans un bassin très calme.

Crétacé inférieur dans l'Est des Basses-Alpes

Nous ne connaissons pas la limite du régime marin vers l'Est, et jusque dans la partie orientale des Basses-Alpes, près de la frontière d'Italie, le Crétacé inférieur est représenté par des dépôts qui diffèrent à peine du type vaseux que nous avons décrit dans la Montagne de Lure.

On sait que Garnier avait décrit à Montclar, au vallon des Fraches, à la Montagne du Vernet et à Prads (Ravin des Combes), des marnes à *Hopl. neocomiensis* et *Arnoldi*, des calcaires à *Crioceras Duvali* et même des marnes aptiennes. Il avait signalé les mêmes couches au Lavercq.

L'étude détaillée des escarpements situés à l'Est et au Sud-Est de Seyne, et dont nous publierons prochainement le profil, montre que les indications fournies par MM. Goret et Garnier (1) peuvent être complétées ainsi qu'il suit : De Seyne à St-Vincent, Ubaye et Pontis, le type est vaseux et marno-calcaire ; les roches prennent une teinte plus foncée. Le Barrêmien est bien développé et fossilifère (*Pulchellia Sellei* Kilian) sur le flanc nord-ouest du pic de

(1) Goret. *Loc. cit.* — Haug. *Loc. cit*, p. 114 (Feissal). — Garnier. Note sur l'extension du terrain néocomien dans le Nord du département des Basses-Alpes. (Minist. de l'Agric. et du Comm. Adm. des Forêts. Expos. univ. de 1878. In-4°, Paris, Imp. nationale).

Bernardez (2431m). Cette constatation, jointe à la découverte faite par M. Haug et par nous en 1888, du même horizon (*Bel. Grasi* Duval, *Phylloceras infundibulum*, *Desmoceras*, sp.), près de Colmars et d'Allos (*Crioc. hammatoptychum*), où Garnier avait signalé les marnes valanginiennes à *Hopl. neocomiensis* et des calcaires à *Macrosc. Yvani*, recule notablement vers l'Est la limite jadis attribuée à la mer du Crétacé inférieur et fait voir qu'une grande partie des Alpes françaises, au Sud et au Sud-Est de Pelvoux, était alors occupée par les eaux marines.

Le Néocomien (y compris l'Aptien) se montre en effet aussi puissant et aussi complet dans l'Est du département (Seyne, Mariaud, Colmars. Allos, etc.) que dans les contrées classiques de Barrême et de Sisteron ; seulement les fossiles deviennent plus rares, les calcaires plus durs, noirs et plus cristallins (plus « alpins ») et les marnes se transforment en schistes de teinte de plus en plus foncée.

Dans la vallée de l'Ubaye les Calcaires blancs du Jurassique supérieur sont recouverts, non loin du sommet du Chapeau-de-Gendarme (Olan), par une assise peu épaisse de dalles marno-calcaires grisâtres, dans lesquelles nous avons été assez heureux pour rencontrer des fossiles du Néocomien inférieur (*Belemnites subfusiformis*, Rasp., *Aptychus Didayi* Coq., *Rynchoteuthis*) non encore signalé dans les environs de Barcelonnette.

Au Lauzanier, plus près encore de la frontière italienne, nous avons constaté avec notre ami M. Haug, l'existence de calcaires gris en bancs réguliers contenant des *Belemnites* ; leur substratum n'est pas visible, mais ils sont recouverts par le Crétacé supérieur ; tout porte à croire qu'ils sont un représentant du « *Néocomien vaseux à Céphalopodes* ».

Le Néocomien des Basses-Alpes se relie intimement à celui de la province rhodanienne. La limite extrême de ses affleurements du côté du Nord-Est se trouve (1) aux environs du Lauzanier et d'Allos, où le Néocomien supérieur à *Ammonites infundibulum*, *Crioceras hammatoptychum*, *Belemnites grasianus* et Criocères se présente sous forme de calcaires noirâtres à veines spathiques.

Dans les Alpes-Maritimes, le Néocomien est encore épais au pied des grandes chaînes ; à Levens, dans le bassin du Var, en amont du confluent de la Tinée et surtout au Sud-Ouest d'Entrevaux (2). Plus au Sud, il s'amincit progressivement de l'Ouest à l'Est avec des

(1) D'après les connaissances actuelles.

(2) M. Léon Bertrand fait en ce moment l'étude de cette contrée.

caractères de rivage de plus en plus accentués : à l'Ouest, l'Hauterivien seul est glauconieux avec *Belemnites dilatatus* et *subfusiformis*, *Holcost. Asterianus*, *Hopl.* cf. *cryptoceras*, *Hopl. Leopoldinus* et *Toxaster* assez fréquents ; la base est formée par des marnes grises à Ammonites pyriteuses. A l'Est, cette série se réduit à une bande de calcaires ferrugineux et à la couche glauconieuse entre Nice et Monaco. Le banc calcaire devient noir sur la Roja et est exploité comme marbre.

Le tableau ci-joint résume les principaux caractères du Crétacé inférieur dans le Sud-Est de la France (1).

Nous désirons encore, en terminant, attirer l'attention sur la *distribution des Céphalopodes* dans le Crétacé inférieur du bassin du Rhône pour chacun des étages du Valanginien à l'Aptien supérieur. On peut constater, comme nous l'avons exposé plus haut, pour chaque étage, l'existence de deux groupes d'éléments distincts et différemment répartis. Nous croyons devoir attribuer à des immigrations de formes méridionales la prédominance très nette des *Desmoceras*, *Lytoceras*, *Phylloceras*, dans une zone de dépôts vaseux dont nous avons défini l'extension, alors que les *Hoplites* et les *Holcostephanus* semblent autochtones et se montrent surtout, avec leurs types septentrionaux (*Hopl. longinodus*, *oxygonius*, *curvinodus*, *Desori*, *hystrix*, *Holc. psilostomus*, *Atherstoni*, etc., par exemple, pour le Valanginien, *Hopl. radiatus*, *Holc. Grotriani*, etc., pour l'Hauterivien), *dans les régions où apparaît le faciès à Spatangues ou à Bivalves* (Moustiers-Ste-Marie, Beaucaire, Gréoulx, etc.). Dans ces dernières localités, nous avons pu reconnaître *d'une façon très précise* la plupart des types figurés par MM. Neumayr et Uhlig dans leur monographie du Hils de l'Allemagne du Nord. L'existence de deux faunes de Céphalopodes est également très nette pour l'Aptien supérieur, si différent à Apt, d'une part (type occidental), et, de l'autre, aux environs d'Hyèges et de Barrême (type oriental).

On peut dire, par conséquent, que lorsqu'on examine avec un peu d'attention la répartition des Ammonitidées, on s'aperçoit que presque pour chaque étage et même pour chaque zone, il existe *au moins deux types* différents caractérisés par la *prédominance* de certains groupes ou de certaines espèces et par la rareté et même l'absence d'autres formes. Nous avons montré (v. plus haut) ce

(1) Je rappellerai, du reste, que les idées énoncées ici ont été, de 1887 à 1891, successivement exposées et défendues dans l'*Annuaire géologique universel* (Article Crétacé, des tomes III et VIII) où on en trouvera la justification.

MONTAGNE DE LURE

CRÉTACÉ	CRÉTACÉ INFÉRIEUR. — Néocomien (*Sensu lato*).	APTIEN	Gargasien	Marnes sableuses à *Belemnites semicanaliculatus*, mut. *major*. Marnes à *Hoplites furcatus* (*Dufrenoyi*), *Opp. Nisus*, *Phylloceras Guettardi*, *Acanth. Martini*, *Plicatula radiola*, etc., etc. Calcaire à *Acanthoc. Martini*, *Hopl. Dufrenoyi*, *Plicatula radiola*, *Pecten Cottaldi* (Horizon des Graves) et Brachiopodes.
			Bedoulien	Calcaire à silex. *Hoplites Deshayesi* (*consobrinus*), *Ancyloceras Matheroni*, *Costid recticostatus*, *Desm. Matheroni*, *Plicatula placunea*, *Exog. aquila*. — Calcaire coralligène à Polypiers, Echinodermes, *Requienia gryphoides*, etc. (Urgonien des auteurs).
		NÉOCOMIEN S. Str.	Barrêmien	Horizon de Morteiron à *Macroscaphites Yvani*, *Heteroceras Astieri*, *Desmoceras difficile*, *Hoplites Feraudi*, *Costidiscus recticostatus*, *Silesites Seranonis*, etc. Horizon de Combe-Petite à *Desmoceras difficile*, *Holcodiscus Caillaudi*, *H. fallax*, *Pulchellia compressissima*, *Crioceras Emerici*, etc.
			Hauterivien	Calcaire à *Crioceras Duvali*, *Holcodiscus incertus*, *Holcostephanus Astieri*, *Crioceras angulicostatum*, etc. *Belemnites dilatatus*.
			Valanginien	Marno-calcaire à *Aptychus Didayi*, *Hoplites regalis*, *amblygonius*. *Holcost. Jeannoti*, etc. Marnes à fossiles pyriteux : *Hoplites pexiptychus*, *neocomiensis*, *Haploceras Grasi*, *Holcostephanus Bachelardi*, *Phylloceras Calypso*, *Phyll. semisulcatum*, *Belemnites Emerici*, etc.
			Infra-néocomien	Calcaire dit de Berrias à *Hoplites Boissieri*, *Euthymi* et *occitanicus*. Niveau de Gensiac à *Hoplites ponticus*, *subchaperi*, etc.

Tithonique. . . . . .

FACIÈS DIVERS	FACIÈS MIXTE DU DAUPHINÉ
arnes ou sables à *Bel. semicanaliculatus*, mut. *major*. ype oriental à *Lytoceras Jauberti*, *Lyt. Duvali*, *Desmoceras Belus*, *Phylloceras Goreti*, etc. (Hyèges, Ste-Jalle, etc.). Type occidental à *Hoplites furcatus*, *Oppelia nisus*, etc. (Apt, La Bedoule, etc.).	Faciès récifal du Dauphiné, deuxième couche à *Orbitolines* de Ch. Lory. *Horiopleura, Gyropleura, Matheronia Virginiæ, Echinides, Rhynchonella Bertheloti, Acanthoceras Martini, Macr. strutisulcatus*, *Bel. semicanaliculatus*, *Plicatula radiola*; Échinides nombreux.
iveau pyriteux à *Hopl. Deshayesi, Plic. placunea* (Le Chêne). alcaires marno-grumeleux à *Desmoceras Matheroni, Plicatula placunea* (Clansayes). Calcaires à *Ancyloceras Matheroni* et *Acanthoc. Stobieszkii*, des Basses-Alpes, Calcaires de Vaison (Vaucluse), Urgonien du Ventoux, des Monts de Vaucluse, d'Orgon, etc. (Rudistes, Echinides, Polypiers.	Urgonien, masse supérieure du Dauphiné. Premier niveau à *Orbitolines*, *Heteraster oblongus*, etc.
artie de l'Urgonien d'Orgon (?). alcaires à débris, subrécifaux de diverses localités. (Menglon). — Niveau pyriteux de la Charce. — Calcaires à *Spatangues* et à *Hoplites cruasensis* (Calcaire provençal) du Luberon, d'Avignon; Calcaire de Cruas, etc.; Barrêmien glauconieux d'Escragnolles, La Martre, à *Desm. Charrieri*. Barrêmien à la fois calcaire et glauconieux de Moustiers-Ste-Marie, Chabrières.	Urgonien, masse inférieure du Dauphiné et Calc. jaune. Calcaires et Marnes à *Toxaster retusus* (*Echinospatagus cordiformis*) du Dauphiné; *Hoplites cruasensis*.
iveau pyriteux de Raye à *Holcos. hispanicus*. Intercalations à *Rynchonella peregrina* et Gastropodes. Hauterivien à *Toxaster retusus*. *Hoplites radiatus* et formes du Nord (Beaucaire, Alpines, Gréoulx). Hauterivien glauconieux d'Escragnolles, Peyroules, etc., et Calcaires à *Crioceras* qui le surmontent.	Calcaires à *Crioceras Duvali* des environs de Grenoble. Glauconie à *Hoplites radiatus*, *Leopoldinus*, etc. (St-Pierre de Chérennes, Isère), *Cid. punctatissima*.
Valanginien à *Toxaster granosus*, *Hoplites regalis*, *longinodus*, *Thurmanni*, *Holcostephanus psilostomus*, *Atherstoni* et formes du Hils (Beaucaire, Moustiers-Ste-Marie, etc.). Lacune dans la zone littorale d'Escragnolles (Alp.-Mar.).	Calcaires jaunes à *Alectryonia rectangularis*. Calcaires de Fontanil, à *Hoplites Thurmanni*, *neocomiensis*, *Pygurus Montmollini*; Couches à *Valletia* du Corbelet (Savoie). Marnes à *Bel. latus* et Marnes à *Ostrea* sp. de l'Echaillon-les-Bains. Calc. à *Hopl. Desori* de Malleval. (*Echinides*), Calcaire récifal de St-Ours (l'Echaillon).
Calcaires à *Natica Leviathan* et *Hoplites Malbosi*, des Bouches-du-Rhône (M. Collot), et Calcaires blancs d'Andon (Alp.-Mar.) à *Natica Leviathan*. — Niveau pyriteux (La Faurie).— Lacune (?) dans la zone littorale d'Escragnolles (Alp.-Mar.).	Calcaires à ciment de la Porte de France (*Hoplites Boissieri, occitanicus*, etc.) avec lentilles de calc. blancs à Fourvoirie; Calc. blancs à *Natica Leviathan* (Valanginien inf.) du Jura. Part. sup. du récif de l'Echaillon.
Calcaires blancs et Tithonique supérieur.	Tithonique supérieur d'Aizy, Purbeckien et partie du récif de l'Echaillon.

MONTAGNE DE LURE				FACIÈS DIVERS	FACIÈS MIXTE DU DAUPHINÉ
CRÉTACÉ	CRÉTACÉ INFÉRIEUR. — Néocomien (*Sensu lato*).	APTIEN	**Gargasien**	Marnes sableuses à *Belemnites semicanaliculatus*, mut. *major*. Marnes à *Hoplites furcatus* (*Dufrenoyi*), *Opp. Nisus*, *Phylloceras Guettardi*, *Acanth. Martini*, *Plicatula radiola*, etc., etc. Calcaire à *Acanthoc. Martini*, *Hopl. Dufrenoyi*, *Plicatula radiola*, *Pecten Cottaldi* (Horizon des Graves) et Brachiopodes.	Faciès récifal du Dauphiné, deuxième couche à *Orbitolines* de Ch. Lory. *Horiopleura*, *Gyropleura*, *Matheronia Virgiula*, *Echinides*, *Rhynchonella Bertheloti*, *Acanthoceras Martini*, *Macr. striatisulcatus*, *Bel. semicanaliculatus*, *Plicatula radiola*; Échinides nombreux.
			Bedoulien	Calcaire à silex. *Hoplites Deshayesi* (*consobrinus*), *Ancyloceras Matheroni*, *Costid recticostatus*, *Desm. Matheroni*, *Plicatula placunea*, *Exog. aquila*. Calcaire coralligène à Polypiers, Échinodermes, *Requienia gryphoides*, etc. (Urgonien des auteurs).	Niveau pyriteux à *Hopl. Deshayesi*, *Plic. placunea* (Le Chêne). Calcaires marno-grumeleux à *Desmoceras Matheroni*, *Plicatula placunea* (Clansayes). Calcaires à *Ancyloceras Matheroni* et *Acanthoc. Stobiesckii*, des Basses-Alpes, Calcaires de Vaison (Vaucluse), Urgonien du Ventoux, des Monts de Vaucluse, d'Orgon, etc. (Rudistes, Échinides, Polypiers.	Urgonien, masse supérieure du Dauphiné. Premier niveau à *Orbitolines*, *Heteraster oblongus*, etc.
		NÉOCOMIEN S. Sr.	**Barrémien**	Horizon de Morteiron à *Macroscaphites Yvani*, *Heteroceras Astieri*, *Desmoceras difficile*, *Hoplites Feraudi*, *Costidiscus recticostatus*, *Silesites Seranonis*, etc. Horizon de Combe-Petite à *Desmoceras difficile*, *Holcodiscus Caillaudi*, *H. fallax*, *Pulchellia compressissima*, *Crioceras Emerici*, etc.	Partie de l'Urgonien d'Orgon (?). Calcaires à débris, subrécifaux de diverses localités. (Menglon). — Niveau pyriteux de la Charce. — Calcaires à *Spatangues* et à *Hoplites cruasensis* (Calcaire provençal) du Luberon, d'Avignon; Calcaire de Cruas, etc.; Barrémien glauconieux d'Escragnolles, La Martre, à *Desm. Charrieri*. Barrémien à la fois calcaire et glauconieux de Moustiers-Ste-Marie, Chabrières.	Urgonien, masse inférieure du Dauphiné et Calc. jaune Calcaires et Marnes à *Toxaster retusus* (*Echinospatagus cordiformis*) du Dauphiné; *Hoplites cruasensis*.
			Hauterivien	Calcaire à *Crioceras Ducali*, *Holcodiscus incertus*, *Holcostephanus Astieri*, *Crioceras angulicostatum*, etc. *Belemnites dilatatus*.	Niveau pyriteux de Raye à *Holcos. hispanicus*. Intercalations à *Rynchonella peregrina* et Gastropodes. Hauterivien à *Toxaster retusus*. *Hoplites radiatus* et formes du Nord (Beaucaire, Alpines, Gréoulx). Hauterivien glauconieux d'Escragnolles, Peyroules, etc, et Calcaires à *Crioceras* qui le surmontent.	Calcaires à *Crioceras Ducali* des environs de Grenoble. Glauconie à *Hoplites radiatus*, *Leopoldinus*, etc. (St-Pierre de Chérennes, Isère), *Cid. punctatissima*.
			Valanginien	Marno-calcaire à *Aptychus Didayi*, *Hoplites regalis*, *amblygonius*. *Holcost. Jeannoti*, etc. Marnes à fossiles pyriteux : *Hoplites perisptychus*, *neocomiensis*, *Haploceras Grasi*, *Holcostephanus Bachelardi*, *Phylloceras Calypso*, *Phyll. semisulcatum*, *Belemnites Emerici*, etc.	Valanginien à *Toxaster granosus*, *Hoplites regalis*, *longinodus*, *Thurmanni*, *Holcostephanus psilostomus*, *Atherstoni* et formes du Hils (Beaucaire, Moustiers-Ste-Marie, etc.). Lacune dans la zone littorale d'Escragnolles (Alp.-Mar.).	Calcaires jaunes à *Alectryonia rectangularis*. Calcaires de Fontanil, à *Hoplites Thurmanni*, *neocomiensis*, *Pygurus Montmollini*; Couches à *Valletia* du Corbelet (Savoie). Marnes à *Bel. latus* et Marnes à *Ostrea* sp. de l'Échaillon-les-Bains. Calc. à *Hopl. Desori* de Malleval. (*Echinides*), Calcaire récifal de St-Ours (l'Échaillon).
			Infra-néocomien	Calcaire dit de Berrias à *Hoplites Boissieri*, *Euthymi* et *occitanicus*. Niveau de Gensiac à *Hoplites ponticus*, *subchaperi*, etc.	Calcaires à *Natica Leviathan* et *Hoplites Malbosi*, des Bouches-du-Rhône (M. Collot), et Calcaires blancs d'Andon (Alp.-Mar.) à *Natica Leviathan*. — Niveau pyriteux (La Faurie). — Lacune (?) dans la zone littorale d'Escragnolles (Alp.-Mar.).	Calcaires à ciment de la Porte de France (*Hoplites Boissieri*, *occitanicus*, etc.) avec lentilles de calc. blancs à Fourvoirie; Calc. blancs à *Natica Leviathan* (Valanginien inf.) du Jura. Part. sup. du récif de l'Échaillon.
Tithonique.				Calcaires blancs et Tithonique supérieur.	Tithonique supérieur d'Aizy, Purbeckien et partie du récif de l'Échaillon

dualisme très net pour le Valanginien, l'Hauterivien, le Barrêmien et l'Aptien supérieur. Pour le Berriasien et l'Aptien inférieur seuls, nous ne pouvons citer encore qu'une seule faune de Céphalopodes, mais ces étages n'ont pas été encore l'objet d'études comparatives suffisantes

Nous avons donc :

— Pour le Valanginien (1) :

a) Le type des marnes à fossiles pyriteux à *Lytoceras Juilleti*, *quadrisulcatum*, *obliquestrangulatum*, *Phylloceras semisulcatum*, *Calypso*, *serum*, *Haploceras Grasi*, etc.

(1) Il est expressément remarqué que les genres ou espèces citées dans ce résumé indiquent les formes *prédominantes* et n'excluent pas d'autres Céphalopodes moins abondants ou moins caractéristiques. Il n'entre pas dans nos intentions de nier l'existence de *Hoplites* et de *Holcostephanus* à cachet septentrional dans le facies vaseux de notre Néocomien delphino-provençal.

Les marnes valanginiennes, par exemple, contiennent à côté de nombreux *Lytoceras*, *Phylloceras* et *Haploceras*, des formes du Nord ou du Jura comme *Hoplites Arnoldi*, *H. hystrix*, *H. Thurmanni*.

D'autre part, *Hoplites regalis* Bean. est très abondant dans le Valanginien supérieur du type vaseux ; *H. longinodus* existe (rare) dans le facies vaseux de l'Hauterivien à Valdrôme et à Montclus ; *Holcostephanus Atherstoni* Bean se montre dans l'Hauterivien de la Charce, mais moins fréquent que dans les couches à *Toxaster*.

Holcodiscus intermedius et *incertus* sont communs aux deux facies ; le premier est plus fréquent dans le type vaseux. Mais le fait intéressant sur lequel nous ne saurions trop attirer l'attention des paléontologistes est l'existence *presque exclusive* des *Hoplites*, des *Holcostephanus*, des *Schloenbachia* (*Schl. cultrata*) et de quelques autres groupes (*Am. clypeiformis*, etc) dans les assises à *Toxaster*, Bivalves, dans les couches glauconieuses, alors que dans le type franchement vaseux la présence de nombreux *Lytoceras*, *Phylloceras* et *Desmoceras*, à côté d'espèces communes aux deux facies, imprime une toute autre physionomie à l'ensemble de la faune. Les genres que nous venons de citer sont à peine représentés dans le Néocomien du Nord ; MM. Pavlow et Lamplugh, par exemple, citent *un seul Desmoceras* du Néocomien de Speeton.

Il suffit, du reste, d'examiner attentivement les tableaux fauniques publiés par Edm. Hébert, en 1871, pour voir que cet auteur n'énumère pas les mêmes Céphalopodes des points riches en *Toxaster* et en Bivalves et des localités où règnent exclusivement les Ammonites. *Hopl. Leopoldi*, *radiatus*, *cryptoceras*, prédominent dans son facies « littoral », où se trouvent aussi : *Bel. pistilliformis*, *Naut. pseudoelegans*, *Naut. neocomiensis*, *Hoplites castellanensis*, *Holcod. Vandecki*, *Am. clypeiformis*, alors qu'il cite exclusivement du facies « pélagique » (vaseux) un grand nombre d'espèces parmi lesquelles : *Lyt. subfimbriatum*, *Honnorati*, *Juilleti*, *quadrisulcatum*, *inaequalicostatum*, *Phyll. Rouyi*, *semisulcatum*, *diphyllum*, *Aptychus Didayi*, *angulicostatus*, *Seranonis*, *Desm. cassida*, *Bel.* (*Duvalia*) *Emerici*. On remarque aussi, en consultant ces listes, que *Bel. dilatatus*, *polygonalis*, *Grasi*, *subfusiformis*, *Holcost. Astieri*, *Holcod. incertus*, *Hoplites Feraudi*, etc., sont communs aux deux facies.

b) Le type de Malleval (Isère), du Fontanil (Isère), des Alpines et de Moustiers-Ste-Marie (Basses-Alpes) à *Hoplites amblygonius*, *Thurmanni*, *regalis*, *oxygonius*, *Pavlowi*, *Leenhardti*, *Desori*, *longinodus*, *hystrix*, etc. *Holcostephanus Atherstoni*, *psilostomus*, *utriculus*, *rotula*, *Grotriani*, etc. Absence de *Lytoceras*, *Phylloceras*, *Desmoceras*, *Haploceras*. Présence de nombreux *Bivalves*, *Echinides*, etc.

Se rencontre dans les régions en bordure du géosynclinal subalpin : N. et O. de l'Isère, Languedoc, Bouches-du-Rhône, S.-O. des Basses-Alpes.

— Pour l'Hauterivien :

a) Le type des *Calcaires à Criocères*, avec *Phyll. infundibulum*, *Lyt. subfimbriatum*, *Holc. intermedius*, *Desm. ligatum*, *Aptychus angulicostatus*, etc.

b) Le type d'Escragnolles (Alpes-Maritimes), Moustiers-Ste-Marie (Basses-Alpes), Gréoulx (Basses-Alpes), St-Pierre-Chérennes (Isère), les Alpines ; Beaucaire (Gard), et du Jura, à Spatangues, Bivalves, Brachiopodes, souvent glauconieux et phosphaté, avec *Hoplites radiatus*, *Leopoldi*, *heliacus*, *Vaceki*, *salevensis*, *longinodus*, *paucinodus*, *Uhligi*, *Am. clypeiformis*, *Schl. cultrata* (*cultratiformis* et *Bathildae*), *Crioceras Seeleyi*. On rencontre aussi, dans les assises de ce type, *Desmoceras Julianyi* Honnorat.

— Pour le Barrêmien :

a) Le type classique à *Macrosc. Ivani*, *Desmoceras difficile* (et *hemiptychum*), *cassidoides*, *Piettei*, *Silesites*, *Lytoceras anisoptychum*, *Phestus*, *crebrisulcatum*, *stephanense*, *Phylloceras infundibulum*, *Costidiscus recticostatus*, *Holcodiscus fallax*, etc.

b) Le type glauconieux où dominent, à Escragnolles, le Bourguet, la Martre, Andon, Mantegière : *Desm. Charrieri*, *Holcodiscus Perezi*, *Hoplites Feraudi*, *Pulchellia Dumasi*, *Didayi*, etc.

b') Le type à *Spatangues* (1) avec *Hoplites cruasensis*, *crioceroides*, etc., développé dans le Dauphiné septentrional, au Mt Luberon, à Orgon, dans le Gard et dans l'Ardèche.

Pour l'Aptien supérieur :

a) Le type oriental (Hyèges, Blieux, Vallée du Jabron, Ste-Jalle,

(1) On peut regretter de ne voir faire, dans la nouvelle nomenclature de MM. Munier-Chalmas et de Lapparent, aucune mention de ce « *faciès à Spatangues* » qui effecte si souvent l'une ou l'autre des zones *valangienne* (*Toxaster granosus*), *hauterivienne* (*Toxaster retusus*), *barrêmienne* ou *aptienne* (*Tox. Collegnoi*). (Voir Kilian, thèse 1888, et Annuaire géolog. universel ; Système crétacé, t. VII, 1891).

etc.), avec *Lyt. Jauberti*, *Depereti*, *Duvali*, *numidum*, *Phyll. Guettardi*, *Goreti*, *Desm. Melchioris*, *Belus*, *Emerici*, etc.

b) Le type occidental (Apt, Carniol, Lioux) avec abondance d'*Hoplites* et d'*Ancyloceras*, mêlés à de rares exemplaires de *Phylloceras*, *Desmoceras* ; on y voit surtout : *Hopl. Deshayesi*, *Hopl. furcatus (Dufrenoyi)*, *H. crassicostatus*, *H. gargasensis*, *Oppelia Nisus*, *Sonneratia*, etc.

On remarquera que les *Lytoceras*, les *Phylloceras* et les *Desmoceras* se rencontrent toujours ensemble dans un des deux faciès, tandis que les *Hoplites* peuvent en quelque sorte leur être opposés comme caractérisant par leur abondance le type où ils diminuent de fréquence.

On sera frappé, en outre, par le fait que les formes dites septentrionales sont spécialement cantonnées pour chaque étage dans un des deux types et précisément dans celui où les *Lytoceras*, *Phylloceras*, etc., sont rares ou absents.

Les deux faunes peuvent, du reste, se mélanger dans les régions de contact. C'est ainsi que, d'après M. Sayn, la faune barrêmienne, à mesure que l'on s'avance vers le Nord, prend des caractères hauteriviens par la présence des *Hoplites* (du groupe de *cruasensis*). Il n'y a plus là, d'après notre confrère, l'*hiatus* paléontologique qui existe, à la Montagne de Lure, entre l'Hauterivien et le Barrêmien.

Nous avons observé maintes fois ce mélange des éléments fauniques en certains points; il doit même exister nécessairement là où l'on passe du faciès franchement vaseux au faciès littoral.

Il est remarquable de voir en outre que le type (*a*) coïncide d'une façon constante avec le faciès vaseux contenant à peu près exclusivement des Céphalopodes, alors que le type (*b* et *b'*) est celui des dépôts à faciès plutôt littoral, où les Ammonitidés sont accompagnés d'Echinides, de Bivalves, de Brachiopodes, etc.

Le premier se rencontre suivant une bande (1) à peu près parallèle à la courbure des Alpes, tandis que le second est réparti sur le bord de cette zone vaseuse, au N.-O., à l'O., au S.-O. et au S., dans le voisinage de massifs anciennement émergés (Plateau Central, Maures, etc.), ou de régions dans lesquelles le régime des mers était notoirement peu profond à cette époque (Jura).

(1) M. Haug a consacré, dans sa thèse, des pages intéressantes et un schéma, aux facies des dépôts crétacés dans le bassin du Rhône (*loc. cit.*, p. 151, 156, 163). Sauf quelques légères inexactitudes, dues à l'état alors moins avancé de nos connaissances, les conclusions de notre confrère correspondent bien à la réalité des faits et n'ont été que confirmées par nos observations.

Comment expliquera-t-on cette curieuse répartition? Par l'habitat des Ammonites en question, par des courants, ou par le flottage des coquilles ?

Le flottage inégal, des coquilles, dû à leur inégale solidité, ne peut rendre compte de tous les faits énumérés. Tout le monde connaît, par exemple, l'admirable conservation des Ammonites de Barrême, etc., et il est difficile d'y voir des coquilles endommagées que l'existence de perforations accidentelles aurait fait couler en pleine mer.

Il nous semble résulter du *fait constant* que les formes de *Hoplites* et de *Holcostephanus*, dites septentrionales, et parmi lesquelles on retrouve en effet, à peu d'exception près, toutes les espèces décrites par MM. Neumayr et Uhlig, dans le Hils du Nord de l'Allemagne, se rencontrent en grande majorité dans les dépôts à type littoral (à Spatangues, glauconieux, etc.), alors que les formes méditerranéennes, telles que les *Lytoceratidæ* et leurs formes déroulées, les *Phylloceras*, les *Desmoceras* et une série de *Silesites*, de Criocères, d'Ancylocères et même d'*Hoplites* sont exclusivement cantonnés dans la zone vaseuse subalpine, qu'on est là en présence de *deux groupes de provenance diverse* : le premier serait formé d'espèces indigènes, vivant dans le voisinage plus ou moins immédiat des côtes et qui appartiendraient en partie à des types de la province septentrionale; le second comprendrait, au contraire, des formes méridionales (*Lytoceras*, etc.) dont des courants ou la plus grande profondeur des eaux auraient facilité l'immigration dans le géosynclinal subalpin.

On a opposé à l'idée d'un apport de formes méridionales l'hypothèse de types littoraux et de types pélagiques parmi les Ammonites, et une autre cause de variation de la faune tenant à la *latitude*.

La première de ces objections supposerait des mœurs différentes chez des Ammonites appartenant souvent à un même genre (par exemple, *Desmoceras difficile* et *Desm. Charrieri*). Quant à la seconde, elle ne peut s'appliquer aux faits observés par nous dans le bassin du Rhône où les espèces à cachet septentrional reparaissent au Sud, dans les Bouches-du-Rhône, par exemple, alors que les types méridionaux existent encore bien plus au Nord, dans le Diois.

Quoiqu'il en soit, nous ne prétendons pas résoudre de prime-abord le problème biologique dont nous venons de poser les termes. Ainsi que l'a fait remarquer M. Collot, les Ammonites sont très rares dans les calcaires coralligènes, et il semble que cette constatation soit contraire à l'hypothèse de la vie flottante de ces Céphalopodes. L'avenir nous montrera sans doute si les exemples

du genre de ceux que nous venons d'exposer se retrouvent dans d'autres contrées, et comment il convient d'expliquer cette distribution curieuse des Ammonitidés dans notre Crétacé inférieur.

Ajoutons que notre hypothèse est confirmée par la composition des faunes pyriteuses découvertes dans les régions méditerranéennes ; aux Baléares par M. Nolan et au Djebel Cheniour (en Algérie), par M. Blayac. Les *Hoplites* y sont infiniment moins abondants que dans les zones équivalentes de France, notamment dans le Barrêmien, l'Aptien et le Gault), alors que les espèces des genres *Silesites*, *Desmoceras*, *Puzosia*, *Lytoceras*, *Phylloceras*, *Holcodiscus* y présentent un nombre d'individus et une variété de formes tout à fait remarquables.

Notre intention était de joindre à ce Compte-rendu une partie paléontologique comprenant la description d'une vingtaine d'espèces nouvelles du Crétacé du Sud-Est et notamment celle des nombreuses espèces du Hils que nous avons signalées (v. plus haut) dans le Valanginien et l'Hauterivien du Midi. Des circonstances indépendantes de notre volonté et notamment un retard survenu dans l'installation photographique de notre Laboratoire, nous ont empêché de terminer le travail et les planches qui doivent l'accompagner, pour la date fixée par le Conseil de la Société géologique de France. Nous remettons donc la publication de ces documents paléontologiques à une époque ultérieure, en exprimant l'espoir que la Société géologique veuille bien l'accueillir dans son *Bulletin* et accorder les planches nécessaires à son illustration.

La répartition des différents facies décrits plus haut n'est pas la même pour tous les étages.

Ainsi nous voyons, dans une partie du Gard, de l'Ardèche (Beaulieu, le Pouzin), de la Haute-Savoie, le *type vaseux* à Ammonites pyriteuses du Valanginien, faire place verticalement à l'Hauterivien à *Toxasters* qui lui est superposé. Ce fait indique une certaine variabilité dans l'assiette du géosynclinal subalpin ; il se représente aussi pour le Barrêmien, dont les facies n'ont pas toujours la même répartition que ceux de l'Hauterivien ou de l'Aptien.

Un autre fait digne d'être remarqué est la *liaison très constante du type occidental des marnes aptiennes avec le facies récifal* (*urgonien*) *des assises qui les supportent* (Carniol, Apt, la Bedoule, etc.), alors que le type oriental ne se montre que là où le substratum des

Marnes aptiennes possède le facies vaseux à Céphalopodes comme à Vergons, Hyèges, Noyers, etc.

Duval-Jouve avait remarqué ces différences de facies dès 1840 et fait l'observation que le type glauconieux du Néocomien *semblait lié* à la présence des Calcaires blancs dans le Jurassique supérieur. Il distinguait, pour le Crétacé inférieur, des « bassins ferrugineux » et des « bassins chloriteux ». On lui doit des tableaux de parallélisme (assez inexacts, du reste, dans le détail) de ces deux types ; Jouve a mis en évidence l'existence du niveau à *Bel. dilatatus* dans les deux facies ; mais il arrive à paralléliser les marnes aptiennes avec le Gault, opinion qui a été reprise plus tard, puis définitivement abandonnée.

A l'étranger (1) les mêmes localisations d'Ammonitidés dans certains facies du Néocomien semblent exister aussi. C'est ainsi que M. Nicklès a rencontré dans le Sud-Est de l'Espagne, outre des calcaires à *Crioceras Duvali* et des couches glauconieuses à *Bel. dilatatus*, de l'Hauterivien à Spatangues et Bivalves (Ador), où se rencontre, comme dans le Jura, *Hoplites Leopoldi* ; le Valanginien y présente également deux types superposés : le facies pyriteux à *Hopl. neocomiensis* et *pexiptychus*, semblable à celui de nos marnes valanginiennes et un facies à *Ex. Couloni*, *Rhabdocidaris* et Bélemnites, où se trouvent précisément des Céphalopodes, comme *Holcost. utriculus*, habituels à notre type *b*. Nous remarquerons, du reste, que dans les contrées étudiées par M. Nicklès (Alicante), le Berriasien semble représenté par des couches à *Natica Leviathan*, *Pygurus Montmollini*, inférieures aux Marnes valanginiennes et correspondant bien au marbre bâtard berriasien (= Valanginien inférieur des auteurs), du Jura et au Berriasien à *Nat. Leviathan* du Gard. Le Barrêmien de cette région est remarquable par ses niveaux pyriteux ; l'Aptien y est bien caractérisé (*Acanth. Stobiesckii*, *Martini*, etc.), mais possède déjà localement le type urgo-aptien.

M. Karakasch a décrit en Crimée (1889) un Crétacé inférieur fossilifère qui renferme, avec l'*Exogyra Couloni* et des Echinides, quelques types de Céphalopodes également jurassiens (*Hopl. Desori*, etc.).

APERÇU HISTORIQUE

En 1840, **Coquand** donna une description sommaire du Crétacé inférieur de la Provence. Cette première note fut suivie de beau-

(1) V. aussi les travaux de M. Choffat sur le Crétacé du Portugal.

coup d'autres (v. plus bas la liste bibliogr.) ; le Néocomien fut particulièrement étudié dans le Midi par **Reynès**, **M. Matheron**, etc. Des polémiques ne tardèrent pas à agiter les géologues méridionaux ; dans ces discussions le rôle de Coquand, avec ses multiples changements d'opinions et le peu de précision de ses indications, a été plus néfaste qu'utile ; nous croyons oiseux de les résumer ici, MM. Uhlig et Vacek leur ayant consacré d'excellents chapitres.

Dans son « Catalogue méthodique », M. **Matheron** sut, dès 1842, donner une excellente diagnose des divers étages qu'offre le Crétacé inférieur en Provence. Les couches hauteriviennes à Spatangues et Bivalves d'Allauch (Bouches-du-Rhône) et des Lattes (Var), l'Aptien de Cassis, de la Bedoule et d'Apt, sont décrits et les fossiles en sont énumérés, ainsi que ceux du gisement déjà renommé d'Escragnolles.

Alcide d'Orbigny est un des auteurs qui ont le plus contribué à la connaissance des gisements fossilifères des Basses-Alpes et des départements voisins. C'est ainsi que dans son *Prodrome* de Paléontologie et dans son *Cours élémentaire* de Paléontologie stratigraphique, notamment, il fait mention d'une foule de gisements. Dans le Prodrome il cite : Montclus (Hautes-Alpes), la Montagne « de Chadre » (de Chabre), Chardavon, Rosans, Lieoux, Angles, Blieux, Blavou, Vergons, Gévaudan, Barrême, Hyèges, Gréolières, la Lagne, les Lattes, Robion, le Bourguet, Trigance, St-André, Chamateuil, Comps, Brunet (Var), la Doire (Var), Andon, la Simbola, près Nice, Clars (pour le Gault), Mons (*Am. cryptoceras !*), Caussols, la Martre, la Source-du-Loup (Alpes-Maritimes), Gigondas, Gargas (Vaucluse) et Clansayes (Drôme). — Dans le Cours élémentaire, on remarque une coupe du Cheiron à Castillon (fig. 58), une coupe du Néocomien plissé au pont d'Hyèges (Basses-Alpes) (fig. 483), la mention et la description des gisements de Gréolières (Néocomien), Séranon (id.), Trigance (id.), Châteauneuf-de-Chabre (id.), Blaron (Barrêmien), Escragnolles (p. 492), Andon (Gault), Aiglun (Gault), etc.

Il y constate (p. 610) l'*absence de l'Aptien* à la Collette de Clars (Escragnolles), Caussols, St-Pont, et prétend que « de Castellane à Gap, on ne trouve nulle part l'étage albien sur l'étage aptien ». Enfin, il assimile (p. 607) l Urgonien au Barrêmien.

La *Paléontologie française*, d'autre part, renferme, surtout en ce qui concerne les Céphalopodes, la mention d'un très grand nombre de gisements fossilifères du Crétacé inférieur delphino-provençal.

C'est à **Ed. Hébert** que l'on doit le premier travail réellement important sur le Crétacé inférieur du Midi (1871) ; ce mémoire, fruit de voyages répétés, est riche en observations et en faits. L'auteur y met notamment en lumière l'existence du *facies à Spatangues* (facies ordinaire Reynès), qu'il oppose au *facies alpin* (vaseux ou provençal Lory) : « Le calcaire à Spatangues est le facies littoral du Néocomien inférieur » ; il remarque aussi l'apparition des Spatangues là où le Néocomien se réduit en épaisseur et le décrit à Allauch, Aubagne, la Nerthe, la Lagne, alors qu'il étudie le facies à Céphalopodes (alpin) à Eyrolles, Montclus, Châtillon-en-Diois, la Charce, St-Julien-en-Beauchêne, Barrême, etc. Il reconnaît que, ainsi que Reynès l'avait supposé dès 1861, le calcaire à Spatangues des Bouches-du-Rhône occupe une position inférieure à celle des couches à *Toxaster* de l'Isère.

Après la publication de ce très remarquable opuscule, il se produisit une série de discussions que nous ne pouvons relater toutes ici.

La description géologique du Mt Ventoux, de M. **Leenhardt** (1883), fit faire un grand pas à la question de l'Urgonien : tout en maintenant encore cet étage, l'éminent géologue montre les calcaires à Requiénies se transformant latéralement en un calcaire à Céphalopodes, le *calcaire de Vaison*, dont la faune a un caractère aptien. Cependant, il conserve provisoirement à ces formations le nom d'Urgonien.

La façon consciencieuse dont est analysée dans cet ouvrage la série du Crétacé inférieur en fait une œuvre durable et propre à servir de base aux travaux futurs sur ce sujet.

M. **Torcapel** proposa en 1883 une classification du Crétacé inférieur du Languedoc, fondée sur ses observations personnelles; au-dessus de l'Hauterivien, il distinguait un grand étage *urgonien*, subdivisé en Cruasien, Barutélien et Donzérien (Calcaire à Requiénies proprement dit), le tout surmonté par l'Aptien.

Les faunes citées par M. Torcapel comme caractéristiques de ces nouveaux étages offraient des mélanges d'espèces assez bizarres qui ne tardèrent pas à attirer les critiques et qui, probablement, provenaient d'erreurs stratigraphiques. C'est ainsi que *Crioceras Duvali* est cité dans le Cruasien en même temps que *Ancyl. Matheroni*.

Dans ses publications récentes (Bull. Serv. Carte géol., n° 39, 1894) M. Torcapel a, du reste, notablement épuré ses listes de fossiles ; il en résulte que le Valanginien et l'Hauterivien, bien

caractérisés aux environs de Nîmes, supportent un Cruasien à faune barrêmienne inférieure (*loc. cit.*, p. 7) et un Barutélien à Echinides et Céphalopodes pour la plupart également barrêmiens.

M. **Carez** contesta d'abord l'exactitude de cette classification, notamment en ce qui concerne les sous-étages Barutélien et Cruasien. En 1886, M. **Leenhardt** montra que les Calcaires du Teil et de Cruas, placés tous deux par M. Torcapel dans le « Cruasien », ne peuvent, en effet, être synchronisés, les calcaires du Teil étant comme ceux de Vaison (Vaucluse) l'équivalent partiel des calcaires à Requiénies et nettement aptiens inférieurs, tandis que les calcaires de Cruas sont inférieurs aux précédents et évidemment barrêmiens, ainsi que l'indique leur faune. Les listes de fossiles de M. Torcapel sont donc hétérogènes.

Ajoutons cependant que, s'il semble avoir commis quelques erreurs stratigraphiques, M. **Torcapel** a contribué à la connaissance du Néocomien par ses publications paléontologiques. Quelques espèces du Barrêmien languedocien, et notamment *Hoplites cruasensis*, ont été décrites et figurées par lui en 1884 dans un opuscule, malheureusement devenu très rare aujourd'hui en tirages à part.

La discussion se prolongea et ne tarda pas à porter également sur l'âge du calcaire à Requiénies et sur l'étage urgonien, puis sur l'*Urgo-aptien* si développé en Espagne (1).

M. **Torcapel** considère les calcaires à Requiénies (Donzérien) comme *un facies* du Barrêmien ; M. **Carez** maintient l'autonomie de « *l'Etage* » urgonien qui, suivant lui, occupe une position constante ; il montre que la faune cruasienne de M. Torcapel n'est qu'un mélange d'éléments hétérogènes.

M. **Douvillé** fait connaître que le « Cruasien » de Lafarge (Ardèche) contient des espèces nettement et indiscutablement aptiennes (*Ancyl. Matheroni*, *Am. Deshayesi*, *Am. Cornueli*, *Am. recticostatus*, *Nautilus plicatus*).

M. **Carez** considère le calcaire de Vaison de M. Leenhardt et le Barrêmien comme équivalent de l'Urgonien, tandis que M. **Leenhardt** voit plutôt dans le calcaire à Requiénies (*Urgonien*) l'équivalent de l'Aptien inférieur à *Ancyloceras*. M. **Douvillé** représente la même opinion.

M. **Toucas**, qui vint ensuite, s'occupa des dépôts crétacés inférieurs de la vallée du Rhône ; il maintint l'*Urgonien* comme étage

(1) V. in Neues Jahrb. für Min., etc., 1884, II, 1888, II, p. 150, nos notes bibliographiques sur ce sujet.

et créa, pour une partie de l'Aptien inférieur, le terme de *Bedoulien*. On trouvera dans l'Annuaire géologique universel le compte-rendu et la critique que nous avons faite de cet intéressant travail.

Dans notre ouvrage sur *la Montagne de Lure*, nous nous sommes efforcé de donner une classification rationnelle des assises comprises entre le Tithonique et le Gault, et de tenir compte des transformations latérales dues aux changements de facies. Ces mêmes idées ont été défendues par nous dans le Neues Jahrbuch (1884, t. II ; 1888, t. I, p. 263 ; 1888, t. II, p. 113 et 150) et dans l'Annuaire géologique universel. Dans notre thèse, nous avons apporté des *faits indiscutables* en faveur du parallélisme de l'Aptien inférieur avec une partie de l'Urgonien.

Malgré cela, nous voyons encore M. **Carez** en 1892 (Compte-rendu réun. extr. Soc. Géol. dans les Corbières, 3e série, t. XX, p. 526), déclarer que l'Urgonien est un étage parfaitement défini « et dont rien ne justifie la suppression », et M. **Torcapel**, en 1896, employer dans un Compte rendu publié par le Service de la Carte géologique de France (Bull. N° 53, p. 123), sa classification si contestée.

M. **Picard** (1) adopte également cette nomenclature qu'il déclare « aujourd'hui acceptée » ; néanmoins, cet auteur emploie le terme de Barrêmien pour désigner l'ensemble des sous-étages Cruasien, Barutélien et Donzérien.

En 1891, M. **Haug** a publié, dans sa thèse, quelques pages relatives au Crétacé inférieur ; on y remarque une synthèse très bien faite, où les questions de facies et de la bathymétrie des mers néocomiennes sont mises au premier plan.

La troisième édition du Traité de Géologie de M. **de Lapparent**, donne un bon exposé de nos connaissances sur le Crétacé inférieur du Midi. Cependant, on peut regretter de voir, dans le tableau de la page 1138, le Crétacé débuter avec les Marnes valanginiennes à *Hopl. neocomiensis* et non avec le Berriasien et de constater que l'auteur a mis en parallèle avec ces marnes, les calcaires à *Natica Leviathan* du Jura qui sont berriasiens, qu'il a fait correspondre les couches à Orbitolines du Rimet avec le Barrêmien, etc.

Dans la nouvelle édition de ses tableaux stratigraphiques (Lausanne, 1896), M. **Renevier** comprend dans un *grand étage urgonien*, le Barrêmien, le Rhodanien et l'Aptien. Il rattache à l'Hauterivien les calcaires jaunes de Neufchâtel et la couche à *Ostrea rectangularis*. Nous avons montré ailleurs (Annuaire géol.) que le terme Rhodanien, préconisé par M. Renevier, devait être laissé de côté ; nous

(1) Géologie du Gard. Nîmes, Laporte, 1896, p. 68.

n'insisterons donc pas sur ce point. Malgré ces légères divergences et la façon étrange dont l'auteur comprend et classe certains facies, ses tableaux nous montrent un essai de parallélisme fort acceptable et très instructif.

Cela est d'autant plus réjouissant, que les géologues suisses ne tiennent pas toujours compte des résultats obtenus par leurs confrères étrangers.

M. **Sayn** a fait connaître, dans une intéressante notice (Bull. Soc. de statistique de l'Isère, 1894) quelques observations relatives au Néocomien de la Suisse et du Tyrol; il a fait voir que nos étages se retrouvent avec les mêmes caractères dans toutes ces régions. Le Berriasien existe au Rufisgraben, à Kufstein, à Sébi ; le Valanginien au Sentis ; l'Hauterivien glauconieux et à *Crioceras* au Sentis, enfin, le Barrêmien à Spatangues au Sentis et à Hinterthiersee, près Kufstein.

Nos confrères suisses n'ont tenu aucun compte de ces résultats. C'est ainsi que M. **Burckhardt** vient de publier un mémoire remarquable sur les chaînes comprises entre le Klönthal, la Sihl et la Linth (Mat. Carte géol. suisse, liv. 35, 1896), où il exprime, sur les étages du Crétacé inférieur, des opinions au moins étranges. Se basant sur la présence de deux fossiles barrêmiens (*Holcodiscus Caillaudi* et *Desmoceras cassidoides*), dans une couche glauconieuse à la base de « Calcaires à Spatangues » (ce qui n'a rien, on l'a vu, que de très naturel), cet auteur conclut sans hésiter *au parallélisme du Barrêmien et de l'Hauterivien* (!!) et arrive même à supposer que la faune barrêmienne existe en Suisse dans l'Hauterivien et *y aurait apparu plus tot qu'en France*. L'erreur de l'auteur provient de ce que ses calcaires à Spatangues sont barrêmiens eux-mêmes, ainsi que le font voir les Céphalopodes qu'ils contiennent (*Crioceras hammatoptychum* et *Phylloc. infundibulum*) et non pas hauteriviens comme il le croit. Remarquons aussi que dans un de ses tableaux, M. Burckhardt place les marnes à *Hoplites Roubaudi*, dans l'étage Berriasien. Ces erreurs ayant uniquement pour cause l'ignorance où paraît se trouver M. Burckhardt des récentes publications sur le Crétacé inférieur, nous ne nous arrêterons pas à les réfuter, nous bornant à regretter que les géologues suisses mettent autant de mauvaise grâce à accepter les conclusions de leurs confrères des autres pays.

Liste des Ouvrages les plus importants concernant la stratigraphie du Crétacé inférieur du Sud-Est de la France (1)

1839. — Duval. — *Terrain Néocomien de la Drôme* (Ann. Soc. d'Agric., etc., de Lyon, T. II).

1839. — Ewald et Beyrich. — *Note sur le terrain crétacé du Sud-Est de la France* (B. S. G. F., 1re série, T. X., p. 322).

1839. — Le Cocq. — *Note sur le terrain crétacé du Sud-Est de la France.* (B. S. G. F., 1re série, T. X, p. 323).

1840. — Coquand. — *Sur les terrains néocomiens de la Provence.* (B.S.G.F., 1re série, T. XI. p. 401).

1841. — Coquand. — Aptychus *du Néocomien des Basses-Alpes.* (B. S. G. F., 1re série, T. XII, p. 382).

1842. — Ph. Matheron. — *Catalogue méthodique et descriptif des corps organisés fossiles du département des Bouches-du-Rhône et lieux circonvoisins.* (Marseille, 1842).

1846. — E. Dumas. — *Classification du Néocomien du Gard.* (B. S. G. F., II Série, T. IV, p. 630).

1848. — Bayle. — *Sur l'*Ammonites Calypso. (B. S. G. F., II série, T. V, p. 450).

1849. — De Zigno. — *Nouvelles observations sur les terrains crétacés et nummulitiques de l'Italie et des Alpes vénitiennes.* (B. S. G. F., II série, T. VII, p. 25).

1849. — Coquand. — *Sur le parallélisme des assises crétacées et tertiaires des bassins du Rhône et de Paris.* (B. S. G. F., II série, T. VI).

1852. — D'Orbigny. — *Monographie du genre* Hamulina. (Journ. de Conch. 1852, p. 207).

1854. — Ch. Lory. — *Sur les terrains crétacés du vallon de la Charce et de quelques autres points de la Drôme.* (B. S. G. F., II série, T. XI, p. 775).

1856. — Ch. Lory. — *Note sur les terrains crétacés de la vallée de Dieulefit (Drôme).* B. S G. F., II série, T. XIV, p. 47).

1859. — Coquand. — *Synopsis des animaux et des végétaux fossiles observés dans la formation crétacée du Midi de la France.* (B. S. G. F., II série, T. XVI, p. 945).

1860. — Lory. — *Description géologique du Dauphiné (Isère, Drôme et Hautes-Alpes), pour servir à l'explication de la carte géologique de cette province.* (Paris, Grenoble).

1862. — Coquand. — *Sur la convenance d'établir dans le groupe inférieur de la formation crétacée, un nouvel étage entre le Néocomien proprement dit et le Néocomien supérieur* [*Etage Urgonien, d'Orb.*]. (B. S. G. F., II série, T. XIX, p. 531).

(1) Voir aussi : Reynès in Soc scientif. de Marseille, tome IV ; Leymerie (id. 1842), Duval-Jouve B. S. G. F., 1re série, t. IX, p. 320, 1837), et B. S. G. F., 2e série, t. XVI, p. 849 ; 1856, Mém. Soc. d'Emul. de Provence (Notes de Coquand, de Reynès) 1861.

1863. — Pictet. — *Note sur l'étage Barrêmien* (Arch. sc. phys. et naturelles).

1867. — Pictet. — *Nouveaux documents sur les limites des périodes jurassique et crétacée.* (Arch. bibl. Univers., Genève).

1868. — Hébert. - *Classification des assises néocomiennes.* (B. S. G. F., II série, T. XXVI, p. 214).

1868. — Winckler. — *Versteinerungen aus dem Bayerischen Alpengebiete. — München 1868.*

1870. — Dieulafait. — *Position de l'*Ostrea couloni, *dans le Néocomien du S.-E. de la France.* (B. S. G. F., II série, T. XXVII p. 431).

1871. — Hébert. — *Le Néocomien inférieur dans le Midi de la France (Drôme et Basses-Alpes).* (B. S. G. F., II série, T. XXVII, p. 137).

1878. — Garnier — *Notice sur la collection d'efflorescences recueillies dans les terres noires des Hautes et Basses-Alpes et de la Drôme.* (Ministère de l'agriculture et du commerce — Administration des Forêts. — Exposition universelle de 1878).

1880. — Sarran d'Allard. — *Note sur une course géologique aux environs d'Alais.* (B. S. G. F., 3e série, T. VIII).

1880. — M. Vacek. — *Neocomstudie* (Jahrbuch der k. k. geol. Reichsanst., T. XXX, n° 3), Vienne. *Bibliographie très complète concernant le Crétacé inférieur.*

1881. — Renevier. — *Sur la composition de l'Etage urgonien* (B. S. G. F., III série, T. IX).

1883. — Uhlig. — *Die Cephalopodenfauna der Wernsdorfer Schichten* (Denckschr. der Mathem. Naturwiss. Classe de Kais. Akad. der Wiss., T. XLVI, Vienne). *Bibliographie très complète concernant le Crétacé inférieur.*

1883. — Torcapel. — *Note sur l'Urgonien de Lussan (Gard).* B. S. G. F., III série, T. XI).

1883. — Carez. — *Observation sur la communication précédente* (id).

1883. — A. Torcapel. — *Sur l'Urgonien du Languedoc.* (B. S. G. F., III série, T. XI, p. 72).

1883. — L. Carez. — *Remarques sur les rapports de l'Aptien et de l'Urgonien.* (B. S. G. F., III série, T. XI, p. 430).

1883. — A. Torcapel. — *Note sur la classification de l'Urgonien du Languedoc.* (B. S. G. F., III série, T. XI, p. 310).

1883. — F. Leenhardt. — *Réponse à M. Torcapel, au sujet de la classification de l'Urgonien.* (B. S. G. F., III série, T. XI, p. 435).

1883. — L. Carez. — *Sur l'Urgonien et le Néocomien de la vallée du Rhône.* (B. S. G. F., III série, T. XI, p. 351).

1884. — A. Torcapel. — *Quelques fossiles de l'Urgonien du Languedoc.* (Bull. Soc. d'études des Sc. nat. de Nîmes, 11e année).

1884. — Emm. Fallot. — *Note sur un gisement crétacé fossilifère des environs de la gare d'Eze (Alpes-Maritimes).* (B. S. G. F., III série, T. XII, p. 289).

1886. — F. Leenhardt. — *Quelques observations au sujet des Calcaires du Teil et de Cruas.* (B. S. G. F., III série, T. XIV, p. 64).

1886. — Baron. — *Néocomien d'Eza.* (B. S. G. F., III série, T. XV, p. 153).

1887. — Goret. — *Géologie du bassin de l'Ubaye.* (B. S. G. F., II série, T. XV, p. 539), (*passim*).

1888. — Kilian et Leenhardt. — *Sur le Crétacé du Sud-Est.* (B. S. G. F., III série, T. XVI, p. 54).

1888. — W. Kilian. — *Etudes géologiques dans les Alpes occidentales.* — I. *Description géologique de la Montagne de Lure (Basses-Alpes).* (Annales des Sc. géol., T. XIX, XX et Bibl. des hautes études).

1889. — W. Kilian. — *Nouvelles contributions à l'étude des Basses-Alpes.* (Comptes-rendus de l'Académie des Sciences, séance du 21 octobre).

1889. — A. Torcapel. — *Nouvelles recherches sur l'Urgonien du Languedoc.* (Revue des Sciences naturelles de Montpellier, III série, T. IV, p. 387).

1889-90. — Collot. — *Description du terrain crétacé dans une partie de la Basse-Provence.* (Ext. du B. S. G. F., III série, T. XVIII, p. 49 et T. XIX, p. 39).

1889. — F. Honnorat Bastide. — *Sur une forme nouvelle de Céphalopodes du Néocomien supérieur des Basses-Alpes* (Extr. du Bull. de la Soc. scient. des Basses-Alpes).

1889. — E. Fallot. — *Note sur la constitution du terrain cretacé aux environs de Crest (Drôme).* — Extr. du B. S. G. F., III série, T. XVII, p. 541).

1889. — G. Sayn. — *Notes sur quelques Ammonites nouvelles ou peu connues du Néocomien inférieur.* (B. S. G. F., III série, T. XVII).

1890. — Cotteau. — *Echinides nouveaux ou peu connus, 8e article.* (II série, VII, Mém. Soc. Zool. de France, p. 124, pl. XV, fig. 6-7). — Rhabdocidaris Kiliani *Cott., des couches à* Am. radiatus *d'Issarpaye, près Moustiers Ste-Marie* (*Basses-Alpes*).

1890. — G. Sayn. — *Note sur le Barrèmien de Cobonne* (*Drôme*). (B. S. G. F., III série, T. XVIII, p. 230).

1890. — W. Kilian et F. Leenhardt. — *Sur les sables de la vallée d'Apt* (*Vaucluse*). — Bull. des services de la Carte géol. de France).

1891. — Collot. — *Description du terrain crétacé, dans une partie de la Basse-Provence* (suite). (B. S. G. F., III série, T. XIX, p. 39).

1892. — G. Sayn. — *Sur le Néocomien de la chaîne de Raye et des environs de Combovin* (*Drôme*). (Ext. du Bull. de la Stat. de l'Isère).

1893. — Ch. Sarasin. — *Etude sur les* Oppelia *du groupe du* Nisus *et les* Sonneratia *du groupe du* Bicurvatus *et du* Raresulcatus. (B. S. G. F., III série, T. XXI, p. 149).

1893. — W. Kilian et Zürcher. — *Sur les environs d'Escragnolles.* (Comptes-rendus des séances de la Société géol. de France, 6 avril 1893).

1894. — G. Sayn et P. Lory. — *Sur l'existence des lentilles récifales à*

Ammonites dans le Barrêmien, aux environs de Châtillon-en-Diois. (C.-R. Acad. des Sciences). (Ann. Univ. de Grenoble, t. VIII, n° 1, 1896).

1894. — Torcapel. — *Le plateau infra-crétacé des environs de Nîmes.* (Bull. des services de la carte géol. de la France et des topog. souterraines, n° 39, T. VI).

1894. — Kilian. — *Sur le Crétacé inférieur de la Provence et du Jura.* Arch. sc. phys. et natur., III série, T. 31, p. 313).

1894. — W. Kilian. — *Sur le parallélisme du Valanginien jurassien avec le Crétacé inférieur de la région delphino-provençale.* (Comptes-rendus des séances de la Soc. géol. de France, 22 janvier 1894, et Arch. des Sc. phys. et natur. de Genève).

1895. — V. Paquier. — *Note préliminaire sur quelques Chamidés nouveaux de l'Urgonien.* (Ext. du C.-R. des séances de la Soc. géol. de France, n° 5, p. 49).

1895. — P. Lory et V. Paquier. — *Les niveaux pyriteux du Crétacé inférieur, dans le Sud-Est de la France.* (Ext. du C.-R. des séances de la Soc. géol. de France, n° 12, p. 94).

1895-96. — V. Paquier. — *Feuilles du Buis, Die, Valence et Vizille.* (Ext. du Bull. des services de la Carte géologique de la France et des top. souterraines, n° 44, T. VII).

1896. — V. Paquier. — *Feuilles du Buis, Die, Albertville et Valence.* (Ext. du Bull. des services de la carte géol. de France, bull. n° 53, T. VIII).

1896. — P. Lory. — *Feuilles de Die, Gap et Vizille.* (Ext. du Bull. des services de la Carte géol. de France, n° 53).

1896. — V. Paquier. — *Sur quelques Rudistes nouveaux de l'Urgonien.* (C.-R. Ac. des Sc.).

1896. — W. Kilian. — *Sur quelques Céphalopodes nouveaux ou peu connus de la période secondaire*, 3 fascic. (Ann. de l'Université de Grenoble, 1890-1896).

Il est indispensable, en outre, de consulter les articles sur le « Système crétacé » parus dans les volumes I à X de l'Annuaire géologique universel, de L. Carez et Dagincourt, où se trouvent résumés et critiqués un grand nombre de travaux sur le Néocomien de la France et de l'Europe; voir aussi : Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie, und Paleontologie (Stuttgardt), années 1882 à 1889, où nous avons également rendu compte et apprécié les discussions relatives au Crétacé inférieur de France.

Nous avons fait abstraction, dans cette liste, des nombreux mémoires paléontologiques qu'il est nécessaire de consulter pour arriver à une connaissance approfondie de la faune crétacée inférieure du Sud-Est de la France et parmi lesquels il faut citer les monographies de d'Orbigny, Pictet, Pictet et Campiche, Pictet et

Roux, Pictet et de Loriol, Pictet et Renevier, Honnorat-Bastide, Astier, Pavlow et Lamplugh, Matheron, Neumayr et Uhlig, Uhlig, Bayle, R. Nicklès, Winckler, Fitton, Forbes, Karsten, Leymerie, Coquand, Léveillé, Sayn, Torcapel, Ooster, Weerth, Tietze, Stoliczka et Blanford, Sharpe, Roemer, Raspail, Phillips, Pierre Lory, Kilian, Maas, Behrendsen, Gabb, Mayer-Eymar, etc. On trouvera les titres exacts de ces publications dans l'ouvrage de M. Uhlig sur les couches de Wernsdorf et dans les dix premiers volumes de l'Annuaire géologique universel de Dagincourt, Carez et Douvillé.

Cependant, nous citerons les ouvrages suivants auxquels il est fréquemment renvoyé dans ce qui précède :

1852. — Coquand. — *Notice sur les Coquilles fossiles de la province de Constantine.* (Journ. de Conchyliol., n° IV, p. 412). — (Renseignements sur les niveaux pyriteux, valanginien, hauterivien, barrèmien, aptien de l'Oued-Cheniour).

1854-58. — F.-J. Pictet. — *Matériaux pour la paléontologie suisse ou recueil de monographies sur les fossiles du Jura et des Alpes.* (I à IVe série).

1858. — F. J. Pictet et Perceval de Loriol. — *Description des fossiles contenus dans le terrain néocomien des Voirons.* (Mat. pour la paléont. suisse, II série).

1861. — P. de Loriol. — *Description des animaux invertébrés fossiles contenus dans l'étage néocomien moyen du Mont Salève.* Genève-Bâle.

1868-71. — F.-J. Pictet. — *Matériaux pour la paléontologie suisse ou recueil de monographies sur les fossiles du Jura et des Alpes.* (V série.)

1858-1872. — F.-J. Pictet et Campiche. — *Description des fossiles du terrain crétacé des environs de Sainte-Croix.* (Mat. pour la paléont. suisse).

1878. — Ph. Matheron. — *Recherches paléontologiques dans le Midi de la France.* (Sans texte).

1881. — M. Neumayr et V. Uhlig. — *Ueber Ammonitiden aus den Hilsbildungen Norddeutschlands.* (Abdruck aus « Palæontographica » vol. XXVII.)

1882. — V. Uhlig. — *Zur Kenntniss der Cephalopoden der Rossfeldschichten.* (Jahrbuch der Kais. Kön. geologischen Reichsanstalt).

1883. — V. Uhlig. — *Die Cephalopodenfauna der Wernsdorfer Schichten.* (Denckschr. K. Akad. d. Wiss. T. XLVI, Vienne.)

1887. — V. Uhlig. — *Ueber neocome Fossilien vom Gardenazza in Südtirol, nebst einem Anhang über das Neocom von Ischl.* (Jahrbuch der Kais. Kön. geologischen Reichsanstalt.)

1887. — L. Mallada. — *Sinopsis de las Especies fossiles que se han encontrado en España.* (Tome III, terrain mésozoïque, syst. crétacé).

1889. — G. Sayn. — *Note sur quelques* Ammonites nouvelles *ou peu connues du Néocomien inférieur.* (Extr. du Bull. de la Soc. géol. de France, 3e série, t. XVII, p. 679).

1889. Nikolaus Karakasch. — *Ueber einige Neocomablagerungen in der Krim.* (Sitz. Akad. Wien, 1889).

1889. — Ed. J. Honnorat-Bastide. — *Formes nouvelles d'Ammonites, de Bélemnites et de Crioceras. Sur une forme nouvelle de Crioceras du Crétacé inférieur des Basses-Alpes.* Crioceras Edouardi, nov. sp.; (Ass. franç. pour l'avancement des Sciences. Congrès de Paris).

1894. — Ed. J. Honnorat-Bastide. — *Sur une forme nouvelle ou peu connue de Céphalopodes du Crétacé inférieur des Basses-Alpes.* (Ass. franç. pour l'avancement des Sciences. Congrès de Limoges).

1890. — G. Sayn. — *Description des Ammonitides du Barrêmien du Djebel-Ouach, près Constantine.* 8° Lyon.

1890. — René Nicklès. — *Contributions à la paléontologie du Sud Est de l'Espagne.* — I. *Néocomien.* (Mém. de la Soc. Géol. de France, t. I, fasc. II).

1892. — René Nicklès. — *Recherches géologiques sur les terrains secondaires et tertiaires de la Province d'Alicante et du Sud de la Province de Valence (Espagne).* (Ann. Hébert, de stratig. et de paléont. du Lab. de Géol. de la Fac. des Sc. de Paris, t. I).

1892. — A. Pavlow et G. W. Lamplugh. — *Argiles de Speeton et leurs équivalents.* Moscou.

1893. — E. Renevier. — *Belemnites aptiennes.* (Ext. du Bull. Vaud. Sc. nat., XXIX, p. 91).

1894. — René Nicklès. — *Contributions à la paléontologie du Sud-Est de l'Espagne.* — I. *Néocomien* (suite). (Mém. de la Soc. Géol. de Fr., t. IV (fasc. III).

1894. — H. Nolan. — *Note sur les Crioceras du groupe de Crioceras Duvali.* (Ext. du Bull. de la Soc. Géol. de Fr., 3e série, t. XXII, p. 183).

1895. — Günther Maas. — I. *Die untere Kreide des subhercynen Quadersandstein-Gebirges.* (Abdruck a. d. Zeitschr. d. Deutsch. geol. Gesellschaft.

CRÉTACÉ MOYEN

1° Albien

Avec le Gault, nous rencontrons, pour la première fois depuis le Trias, le facies détritique et sableux attestant un régime d'eaux peu profondes.

La région où le facies vaseux continue à se manifester pour l'étage albien et où il y a continuité entre les marnes aptiennes et le Cénomanien est, en effet, très restreinte dans le Sud-Est de la France et se trouve limitée aux environs de Barrême et de St-André. Dans ces parages, le Gault est très difficile à distinguer des Marnes aptiennes, au sommet desquelles il se présente sous forme de marnes foncées

grumeleuses, parfois glauconieuses, à *Bel. minimus* (Clumanc); M. Doze et Fallot ont rencontré à Hyèges une faunule intéressante à ce niveau. (V. plus bas).

C'est à cette époque qu'a commencé (Voir Kilian, Description géol. de la Montagne de Lure, 1888, p. 407) presque partout (1) la *grande transgression* dont le maximum a été atteint au *Cénomanien*. Quant aux faunes de ces deux étages, on sait qu'elles se mélangent dans une assise de passage (Gaize, *Vraconnien*) citée par MM. Munier-Chalmas et de Lapparent (*loc. cit.*) à la base du *Cénomanien*. On pourrait, pour ces raisons, grouper en une série spéciale (*Crétacé moyen*), ainsi que le faisait Edmond Hébert, l'Albien et le Cénomanien dont les Céphalopodes et les Rudistes ont, à tout prendre, beaucoup de rapports. L'étude détaillée de l'Albien au Midi, qui, — ainsi que le font remarquer avec beaucoup de raison les auteurs de la « Nomenclature » — est encore à faire, confirmera, nous en avons la conviction, cette manière de voir.

L'examen de l'Etage Albien dans la Montagne de Lure et de ses rapports avec les couches sous-jacentes (Aptien) a fait voir les traces d'une érosion importante correspondant à l'époque albienne : Le Gault y a en effet comme substratum les assises suivantes : Marnes aptiennes à *Bel. semicanaliculatus*, calcaire aptien à *Acanthoceras Martini* ou calcaire coralligène à débris, suivant les localités. (v. fig. 1).

Dans la Montagne de Lure, un ensemble de couches assez variables sépare le Cénomanien de l'Aptien et correspond au Gault.

Ce sont des grès dits susaptiens (*Safre*) avec, à leur base, des grès glauconieux (Ongles) à *Schlœnb. inflata, inflatiformis, Mayori, Anisoceras, Inoceramus concentricus, Cidaris vesiculosa*, des Marnes à *Lytoceras Muhlenbecki* (*pyriteuse*) et un niveau phosphaté à *Sonneratia Dutemplei* et *Bel. minimus*.

Voici le détail de cette succession :

1° Couches (marnes et sables) glauconieuses à *nodules phosphatés*, avec *Belemnites minimus, Lyt. Muhlenbecki* Fallot, *Sonneratia Dutemplei* (roulée), *Rynchonella clementina, Cidaris vesiculosa*, dents de squales, et brèche à fragments de *Belemnites semicanaliculatus* de Petit-Piparoux.

2° Calcaire très glauconieux, marno-grumeleux, à *Desm. Mayori, Desm.*

(1) Est de la France, Provence, etc. Là où la transgression n'est pas visible, le début de l'*Albien* coïncide généralement avec l'apparition d'un *faciès de charriage* accentué indiquant une modification dans le régime hydrographique. Dans le Midi, les points où l'*Albien* succède à l'*Aptien* sans changement de facies sont restreints à une petite région de la Drôme et des Basse-Alpes.

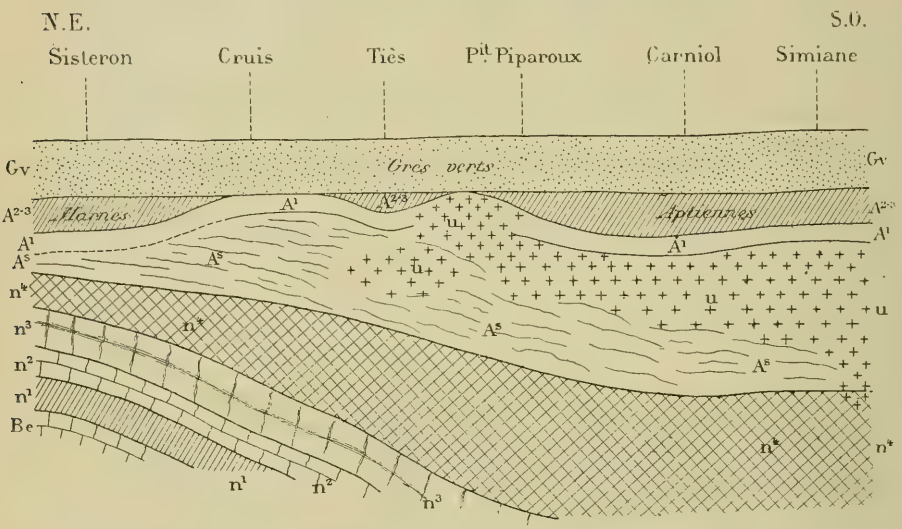
Beudanti, Schloenb. inflatiformis, Schloenb. inflata, Inoceramus concentricus.

3° Grès sableux, glauconieux en assises épaisses (safre), « Grès susaptiens » ou sables verts.

4° Grès verts, grumeleux, à *Schloenbachia inflata. Anisoceras Saussurei*, très puissants.

Nous avons constaté l'existence du Gault supérieur dans cette partie des Basses-Alpes. Il semble en outre que l'assise tant discu-

Fig. 5. — Schéma représentant les rapports des diverses assises du Crétacé inférieur de la Montagne de Lure, ainsi que leurs variations d'épaisseur.



Berriasien. Be. Horizon de Berrias (*Hopl.* (s. stricto) *Boissieri, Holc. Negreli*).

Valanginien { n1. Marnes à *Hopl. neocomiensis, Roubaudi.* / n2. Couches à *Holc. Jeannoti* et *Hopl. regalis.*

Hauterivien. n3. Calcaires à *Crioceras Duvali, Bel. dilatatus*

Barrêmien. n4. Calcaires à *Desm. difficile.*

As. Calcaires à silex.

A1. Calcaires à *Ancyloceras Matheroni, Acanth. Stobiesckii.*

u. Facies récifal à Requiénies et à débris.

A2-3. Marnes aptiennes.

} Aptien

Gv. Grès verts (Gault). Albien.

tée du Vraconnien ou de la Gaize, que M. Renevier a érigée en étage, que les uns rattachent au Cénomanien, tandis que d'autres se plaisent à l'incorporer au Gault, se décompose, dans le massif de Lure, en deux niveaux fossilifères contenant tous deux *Amm. inflatus* et *Mayori*, mais dont l'inférieur ne renferme pas de formes franche-

ment cénomaniennes, tandis que le plus élevé, que nous étudierons avec le Cénomanien, fournit déjà des Céphalopodes d'un type plus récent (*Am. falcatus*, *Am. varians*) et présente plus spécialement la faune de la Gaize du bassin de Paris et de l'Upper-Greensand.

En dehors de la région de Lure, le Gault offre dans le Sud-Est de la France une *variabilité assez grande*, causée par sa nature, essentiellement détritique et littorale ; ce n'est que près de Barrême et St-André, que se montre, ainsi que nous l'avons dit plus haut, un facies plus profond caractérisé près d'Hyèges, d'après MM. Doze et Fallot, par une série d'Ammonites intéressantes (*Amm. Dozei*, *spendens*, *Studeri*, *latidorsatus*, *Mayori*, *Timothei*, *Turrilites Bergeri*, etc.). Sauf cette contrée, où la continuité des dépôts vaseux, semble avoir été à peine troublée à l'époque albienne, toutes les autres parties de la région delphino-provençale, accusent, pour l'étage du Gault, un facies éminemment sableux, avec lits de glauconie, rognons de phosphates, grès (grès susaptiens), etc. Dans les Baronnies, M. Leenhardt a fait voir sa composition assez variable, mais offrant habituellement des marnes noires à la base et des grès à *Desm. Mayori* au sommet.

Une monographie du Gault dans les Alpes françaises et la Provence serait du plus grand intérêt, et nous ne saurions trop en conseiller l'entreprise. On n'est, en effet, fixé que d'une façon très approximative sur la succession exacte des zones de Céphalopodes dans cet étage. C'est ainsi que M. V. Paquier a fait connaître au Nord de la vallée du Jabron dans la vallée de la Méouge, une alternance de calcaires et de marnes avec *Hoplites* sp. ; dans celles de Rosans et de Chauvac, des marnes à *Am. tardefurcatus*, puis un niveau pyriteux à *Am. Chabaudi*, *Muhlenbecki*, *latidorsatus*, *Duvali* et *Mayori*, surmontés par un énorme banc de grès jaunâtre (*Grès susaptien*) se délitant en sphéroïdes (1).

Dans les environs d'Apt, M. Leenhardt et nous, avons attiré l'attention en 1890 (2) sur la complexité des assises qui rattachent l'Aptien au Cénomanien en signalant l'existence d'un niveau à faune *mixte*, établissant la transition entre l'Aptien et le Gault, et caractérisé par *Acanth. pretiosum*, *Acanth. Milleti* et ses variétés. Nous avons montré qu'il y avait là plusieurs niveaux phosphatés

(1) Bull. Serv. de la Carte géol. de Fr., n° 53, p. 185.

(2) Bull. serv. Carte géol. France, t. II, n° 16, p. 6. V. aussi Neues Jahrb. für Min., etc., 1887, I, p. 104.

successifs et que la couche bien connue de Clansayes (1) doit se placer dans le Gault proprement dit, au-dessous du Vraconnien, qui est habituellement arénacé (Grès susaptiens, sables rouges et bigarrés, ocre, minerai de fer de Rustrel, etc.).

D'autre part, M. Fallot a décrit aux Bruges près de Vesc (Drôme), un niveau à *Lytoceras latidorsatum* et *Muhlenbecki*, qui se lie aux grès susaptiens. Ces derniers sont parfois fossilifères, notamment au Pas du Lauzun, près Saou, où les a étudiés M. P. de Rouville. D'une façon générale, le facies sableux du Gault n'apparaît que progressivement et sa liaison avec l'Aptien est très grande, grâce à la nature encore marneuse de sa base, alors que le sommet devient complètement gréseux.

Le type albien d'Escragnolles, très glauconieux, diffère du précédent et se rencontre dans la région méridionale des Basses-Alpes et dans les Alpes-Maritimes (Eze, Andon, La Palud de Moustiers, etc.). Il n'affecte que le Gault inférieur, car, tant à La Palud qu'à Escragnolles, la partie supérieure de l'étage est représentée par des couches moins réduites et moins clastiques (Grès à *Ammonites inflatus* et *Mayori*, à La Palud; marnes à huîtres à Escragnolles).

L'assise inférieure nous a fourni dans les environs d'Escragnolles (Clars, etc.) :

Desmoceras Beudanti d'Orb., sp.
Hoplites interruptus Sow., sp.
— *cristatus* d'Orb.
Acanthoceras mamillare Schl., sp.
— *Lyelli* Leym., sp.
Lytoceras latidorsatum d'Orb., sp.
Scaphites Astieri d'Orb., sp.
Inoceramus concentricus d'Orb.
Terebratula Dutemplei d'Orb.
Holaster Perezi Sism.
— *lævis* Deluc.
Etc., etc.

(Voir plus bas, dans la description des environs d'Escragnolles, la liste complète des fossiles du Gault de Clars).

(1) La couche phosphatée de Clansayes a une disposition lenticulaire au milieu de sables quartzo-ferrugineux. C'est une sorte de gravier à grains de quartz et à parties ferrugineuses cimentant parfois le tout. Les fossiles sont transformés en chaux phosphatée. Les fragments de bois fossile sont abondants. Outre les Ammonites on remarque aussi de nombreuses *Arca*, des *Natica*, des *Solarium*. *Acanthoceras nodocostatum* est très fréquent.

Citons encore les schistes marneux albiens de la Nerthe (Bouches-du-Rhône) des grès chloriteux de Fondouille appartenant au même étage.

Près de Beaufort (Drôme), M. Fallot a rencontré dans cet étage *Discoidea conica* et *Desm. Mayori* (*planulatum*) retrouvé par nous à Sagnol, près de Gigors.

Dans le Nord de la région (Dauphiné et Savoie), on connaît les caractères détritiques du Gault, sa richesse en fossiles (le Rimet) et sa teneur en phosphates ; nous rappellerons seulement ici, qu'il présente d'après Ch. Lory, dans les chaînes subalpines des environs de Grenoble, à son extrême base, une *Lumachelle* roussâtre, dernier reste des récifs urgoniens, qui, dans cette région, ont persisté jusqu'à la fin de l'Aptien supérieur.

Dans la liste des fossiles du Gault que nous avons publiée en 1888 se trouve entre autres, la synonymie de *Desmoceras Mayori* (*planulatus*) et la citation d'un curieux oursin, *Cidaris Berthelini*, figuré à la fin du mémoire.

2° Cénomanien

Le Cénomanien marno-gréseux ou marno-calcaire, suivant les points, comprend : au sommet des calcaires jaunes et des grès verdâtres à silex; au milieu, des couches marno-grumeleuses à *Acanth. rotomagense, Schloenbachia varians, Discoidea cylindrica;* à la base, un horizon à *Schloenb. inflata, Stolizkaia dispar, Desmoceras Mayori, Austeni. Hoplites falcatus*, *Anisoceras perarmatum*, *Turrilites Puzosi*, etc. *(Vraconnien).*

On y distingue donc de bas en haut :

A. Calcaires glauconieux se subdivisant en :

a. — Bancs à *Stolizkaia dispar, Desmoceras Mayori*, *Hoplites falcatus*, *Schloenb. inflata, Turrilites Puzosi* (Niveau de la Gaize).

Cette faune est composée de formes de la « zone à *Am. inflatus* », rattachée au Cénomanien par un grand nombre d'auteurs ; ici les espèces de la Gaize (*Ammonites inflatus*, *Am. Renauxi*, *Am. dispar*, *Anisoceras*), sont associées à des Céphalopodes nettement cénomaniens tels que *Am. varians* et *falcatus*. C'est aussi le niveau qui est si bien développé à la Fauge (Isère), gisement dont les fossiles sont très répandus dans les collections. Nous avons exposé plus haut quels étaient les rapports de ce Gault supérieur et de la zone à *Am. inflatus,* avec le Vraconnien des Suisses.

b. — Bancs à *Acanthoceras Mantelli. Acant. Rhotomagense* et

Schlœnbachia varians, *Turrilites costatus*, *Turrilites tuberculatus*, *Scaphites æqualis*, *Holaster subglobosus*.

B. Bancs à *Orbitolina concava* et Calcaires jaunes, siliceux, à *Schloenb. varians*, *Exogyra columba* var. *minor*, *Trigonia sulcataria*, *Epiaster distinctus*, etc.

La présence de *Ichthyosarcolithes triangularis* dans cette dernière assise mérite d'être remarquée ; elle se joint aux autres espèces, qui sont, pour la plupart, des formes des grès du Maine, pour donner à cette partie supérieure du Cénomanien, formée du reste de sédiments arénacés, un caractère de dépôt littoral encore accusé par les accumulations d'Huîtres qui caractérisent ce niveau.

Nous ferons observer que la présence d'affleurements cénomaniens à la Montagne de Lure, à Volx, Beynes, Barrême, Saint-André de Méouilles et Allos constitue une série continue du Ventoux à la frontière italienne. Il faut donc renoncer pour cette époque, à l'hypothèse admise par beaucoup de nos confrères, d'*une barre émergée* ayant uni le Pelvoux aux Maures.

Vers la fin de l'époque albienne eut lieu, dans une grande partie de l'Europe, un grand mouvement dans les eaux qui, dans d'autres contrées, arrivèrent à occuper des régions jusqu'alors émergées (phase positive de M. Suess). Dans la région de Lure, cette transgression, qui fut probablement précédée de légers mouvements du sol, eut pour effet de remanier ou même, en certains points, d'enlever complètement les marnes qui venaient de se déposer. Les eaux amenèrent une nouvelle faune, elles étaient alors peu profondes et continuèrent à ensabler la contrée pendant la durée du Cénomanien ; vers la fin elles abandonnèrent des dépôts calcaires dont les nombreuses Huîtres dénotent un caractère littoral prononcé. Après le retrait de la mer cénomanienne et pendant la période du Crétacé supérieur, les documents font défaut; notre territoire faisait-il partie d'un continent émergé, la sédimentation ne s'est-elle pas effectuée ou les dépôts ont-ils été totalement détruits par l'érosion tertiaire? Nous nous prononçons, malgré de sérieuses réserves, en faveur de la dernière de ces hypothèses, à laquelle s'est aussi rattaché M. Emm. Fallot, dans son ouvrage sur le terrain crétacé du Sud-Est.

M. Fallot a fait connaître les différents types du Cénomanien du Sud-Est, aussi est-il inutile d'insister ici sur les variations de cet étage et renverrons-nous pour ce qui concerne la stratigraphie et la paléontologie du Cénomanien, à la thèse de cet auteur (1).

(1) Fallot. *Loc. cit.*

III

TERRAINS TERTIAIRES

Les dépôts tertiaires de la Montagne de Lure, peu connus avant 1888, ont été décrits par nous (1), et plusieurs assises (telles que l'Eocène, l'Oligocène et le Miocène supérieur) signalées pour la première fois d'une façon certaine. Il nous a été possible ainsi de retrouver les divisions rendues classiques par les travaux de Fontannes et, notamment, d'établir définitivement l'âge miocène du Poudingue des Mées considéré auparavant comme pliocène par les géologues du Midi.

On trouvera dans la notice explicative de la feuille Forcalquier, de la Carte Géologique de France, des détails sur la succession des assises tertiaires du flanc méridional de Lure, dont nous ne nous occuperons pas ici.

Systèmes Eocène et Oligocène

Le facies caillouteux (2) envahit les dépôts de cet âge dans le bassin du Vanson, et près de Volonne, où cependant la présence d'un calcaire lacustre oligocène, encore peu étudié, est à citer. A Sourribes, l'Oligocène contient des lignites. La découverte, faite par M. *Deperet*, de fossiles tongriens dans le Ravin du Vanson, permet de rattacher à cet étage et à l'Eocène supérieur une partie des assises jusqu'à présent rapportées à la *Mollasse rouge* (Aquitanien) dans l'O. de la *feuille de Digne*.

Pour ce qui concerne cette Mollasse rouge, à l'Est de St-Geniez, on lira les bonnes descriptions qu'en a publiées M. Haug.

Système Miocène

La coupe des environs de Volonne, que nous avons publiée en 1888, donnera une idée de la constitution de ce système, dans la vallée de Vanson, où il présente, bien développés, les étages burdigalien (*Pecten rotundatus*, *Anomia costata*, etc.), helvétien (*Ostrea crassissima*), tortonien (*Rostellaria dentata*, Grat., *Cerithum ligni-*

(1) *Loc. cit.* p. 300 et suiv.
(2) V. Desc. Montagne de Lure, p. 301, etc.

tarum Dub., etc.), et pontien, ce dernier très caillouteux et très puissant.

Dans la vallée du Jabron, près de Châteauneuf-Miravail, le Miocène débute par le niveau burdigalien inférieur, des sables à Scutelles (*Scutella Paulensis*, *Exogyra Sellei* Tourn., *Psammechinus Serresi*) et se continue par la mollasse sableuse.

Nous avons découvert deux *anticlinaux de mollasse* marine (Helvétien à *Cardita Jouanneti*) qui percent le Miocène supérieur au N. et au S. de la Bléone, près de Mallemoisson.

Nous avons à signaler enfin *un nouveau gisement* d'Unios plissés *dans l'Etage pontien (Miocène supérieur) du Sud-Est.* Depuis quelque temps déjà, un exemplaire d'*Unio flabellatus* Goldf. de la collection Jaubert (Faculté des Sciences de Grenoble) provenant de Champtercier (Basses-Alpes) avait attiré notre attention. Dans une excursion récente, nous eûmes l'occasion de visiter à nouveau cette localité, déjà mentionnée par nous en 1888 (1) et d'en explorer les environs, en partie en l'aimable compagnie de M. Zürcher. Les couches marines (grès et mollasses à *Cardita Jouanneti*) du deuxième étage méditerranéen y sont surmontés par un ensemble de marnes lacustres avec bancs ligniteux à *Planorbis Mantelli* Dunk., *Helix moguntina* Desh., et petits fossiles à étudier. C'est de ces assises que proviennent les fossiles recueillis par Jaubert et en particulier l'*Unio* plissé (*Unio flabellatus*) en question. Ces couches sont la continuation des calcaires lacustres à *Planorbis Mantelli*, *Helix sylvana*, etc., de Moustiers-Ste-Marie et de Chateauredon, signalés par nous, pour la première fois, comme appartenant au Miocène supérieur, en 1888 (Thèse, p. 330 et suivantes), puis retrouvés par notre confrère M. Zürcher, en de nombreux points, et notamment à Aiguines (Var). Elles supportent, à Champtercier comme à Moustiers, la masse puissante des *Conglomérats à cailloux impressionnés* (Pontien sup.) du plateau de Valensole et ont été, avec eux, affectées par les derniers mouvements alpins. Le gisement d'*Unio flabellatus* est donc placé exactement au même niveau que celui de Montvendre (Drôme) que les recherches de Fontannes et de M. Sayn ont fait connaître. Il représente la base de l'étage pontien.

Nous reviendrons prochainement sur le Miocène de cette région

(1) Montagne de Lure, page 330.

des Basses-Alpes qui, notamment dans la vallée du Vanson, présente nettement développées toutes les divisions rendues classiques par le magistral mémoire de M. Depéret. Il y a là, à Beaudument, un gisement tortonien qui a fourni une très belle faune (surtout *Rostellaria dentata* Grat. de grande taille) dont l'âge tortonien ne peut plus faire l'objet de la moindre contestation.

Systèmes Pliocène et Pléistocène

Notre intention n'est pas de revenir ici sur les détails que nous avons publiés en 1888, au sujet de ces terrains (1), de la grotte du Trou de l'Argent, etc., mais il ne nous paraît pas inutile de résumer brièvement les résultats obtenus depuis cette époque.

Nous avons, en ces derniers temps, continué nos recherches de 1893 sur les dépôts pléistocènes de la Vallée de la Durance. Sur notre invitation M. le Prof. *Penck*, de Vienne, a bien voulu se joindre à nous en avril 1895 et, à la suite d'une série d'excursions dans les environs de Sisteron et de Gap, nous avons publié la synthèse que nous a fournie un examen minutieux d'un grand nombre de faits relatifs à l'histoire des temps pléistocènes dans cette région. (V. *Comptes-Rendus Ac. des Sciences,* 17 juin 1888) (2).

A la suite de ces études, il a été distingué sur les feuilles du Buis et de Digne de la Carte géologique détaillée, les formations suivantes :

P. Alluvions de la terrasse supérieure (Pliocène). L'*Age pliocène* de cette terrasse supérieure sur lequel M. Penck n'a pas voulu se prononcer, nous semble extrêmement probable. En effet, M. Penck, aussi bien que nous, n'hésiste pas à rapprocher ces graviers en partie kaolinisés, des « cailloutis des plateaux » des environs de Lyon dans lesquels Jourdan a rencontré l'*Elephas meridionalis* à St-Didier au Mont-d'Or et sur l'ancienneté desquels le doute n'est plus permis.

(1) V. p. 335 et suiv. de la Desc. géol. de la Mont. de Lure.

(2) Voir aussi : 1893. David-Martin. — Origine des poudingues inclinés du Seuil du Laus sur le grand Buech. — Quelques remarques sur l'âge et sur le mode de formation des Gypses des Hautes-Alpes (Ass. française pour l'avancem. des Sciences. Congrès de Besançon). — Le Bassin du Pignon et sa faune. — Gap. — Et diverses autres notes du même auteur

1852. Rozet. — Preuves de l'existence d'anciens glaciers près des villes de Gap et d'Embrun (Hautes-Alpes). (*B. S. G. F.*, 2e Série, t. IX, p. 424, pl. II).

a^{1a} Alluvions de la Haute Terrasse, plus altérées, cimentées, passant, en alternant avec elles, près de Sisteron (Soleillet), aux moraines externes $a'Gl^1$ qui les recouvrent. Altitude au-dessus du Thalweg : 80-100^m ; épaisseur : 30 à 40^m. — En aval de Sisteron, leur partie supérieure contient de gros blocs alpins (Signavoux) de 2 à 36^{mc}. On les retrouve dans la vallée de Buech, où elles ont, à Laragne, des allures de Delta. Ces alluvions existent aussi à Saléon.

a^{1b}. Alluvions de la Basse Terrasse, passant, près de Thèze, aux moraines internes ($a'Gl^2$) ; souvent cimentées et contenant des blocs du poudingues a'^a remaniés. Altitude : 30^m au-dessus du Thalweg actuel.

a^{1c}. Alluvions de la terrasse de 3 à 5^m relativement récentes.

Dans les autres vallées, les alluvions anciennes (a^1) n'offrent pas de caractères fluvio-glaciaires aussi marqués.

a^1Gl. Boues et cailloutis glaciaires (moraines) à cailloux striés et anguleux. — Dans la vallée de la Durance, on distingue :

a^1Gl^1. Près de Mison et de Sisteron, des *Moraines externes*, situées en aval des suivantes, et à une plus grande altitude, plus altérées et liées aux alluvions a^{1a} de la Haute-Terrasse par des alternances.

Des blocs erratiques alpins sont épars sur les hauteurs qui avoisinent Sisteron.

a^1Gl^2. A partir et en amont du Poët, des *moraines internes*, formant une série de vallums semi-circulaires, à convexité tournée vers l'aval et passant aux alluvions a^{1b} qu'elles recouvrent et qui les remplacent vers l'aval, auxquelles elles se substituent vers l'amont. Ce système est tout entier en contrebas du précédent.

Les *Alluvions modernes* de la Durance sont riches en galets de Variolite, d'Euphotide, de Protogine, d'Amphibolites, provenant, avec quelques cailloux d'Ophite, d'*Andésite* (1), de Kersantite et de Porphyrite, du massif du Pelvoux (2) et du Briançonnais. A ces galets sont associés des quartzites, des grès, des calcaires variés d'origine alpine et subalpine ; les alluvions du Buech sont surtout calcaires, ceux des autres cours d'eau ont un caractère plus torrentiel et éminemment local.

(1) Sisteron (Durance), 1895. — Prépar. N° 1. Diagnose de M. Termier : *Andésite* (porphyrite) altérée, peut-être Basalte (Mélaphyre). — Structure quasi-ophitique. Le Feldspath est de l'Oligoclase-Andésine.

(2) V. Bull. Soc. Géol. de France, 3e série, t. XXII, l'étude qui en a été faite par MM. Duparc, Termier et Kilian sur des échantillons réunis par M. G. Tardieu.

Des *Tufs calcaires* doivent leur existence à l'évaporation d'eaux chargées de chaux carbonatée. Ils forment des amas locaux et renferment des empreintes végétales.

Des *Grottes* existent dans les calcaires massifs du Jurassique supérieur, aux Peyrourets, près de Valbelle, au Muou, à St-Pons, à Périvoy, près de St-Vincent, au Rocher de la Baume, etc., etc.; l'une d'elles, le *Trou* de l'Argent, a été explorée par M. G. Tardieu (1).

Les *Eboulis et dépôts* meubles sur les pentes, parfois très développés au pied des escarpements, sont formés de débris calcaires anguleux de dimensions variables ou de limons produits par la décalcification. Parfois les cailloutis sont cimentés en « brèches de pentes ».

Avant de clore la Séance, le Président fait distribuer aux membres de la réunion une *Notice sur les Régions de Lure et de Castellane*. Cette brochure de 60 pages, accompagnée de 15 planches, a été spécialement imprimée pour la Réunion extraordinaire, sous la direction de MM. Kilian et Zürcher. La publication en a été facilitée par une subvention de la Société géologique et par diverses sociétés savantes de Grenoble.

La Séance est levée à dix heures et demie.

(1) V. Desc. géol. Montagne de Lure, p. 337.

Séance du 19 Septembre 1895, à Sisteron

PRÉSIDENCE DE M. KILIAN

La séance est ouverte à huit heures et demie du soir, dans la salle du Tribunal civil de Sisteron.

La parole est donnée au Secrétaire-adjoint pour la lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

M. **Kilian** complète, par un aperçu historique, les détails donnés dans la dernière séance sur la géologie de la région.

M. Collot présente, au nom de M. **J. M. Zujovič,** le tome premier de la *Géologie de la Serbie* (Géologie régionale) avec un atlas et une carte.

COMPTE-RENDU DE L'EXCURSION DU 18 SEPTEMBRE

A VALBELLE ET A NOYERS

par M. **W. KILIAN.**

(Pl. XVI).

Départ le matin à six heures 1/2 en voiture pour Valbelle et Noyers.

Tectonique : Etude de l'Anticlinal principal de Lure; sa naissance près de Briasc (Eradi). Cirque et bombement jurassique de Valbelle : origine du pli-faille de Lure.

Stratigraphie : Vue des terrasses de la Durance (terrasse pliocène, terrasse haute avec blocs erratiques, terrasse basse). Coupe du Crétacé inférieur. Gisement fossilifère dans les marnes valanginiennes de Valbelle.

Déjeuner à midi à la Prise de Noyers.

L'après-midi, à pied de Noyers à Vieux-Noyers et Bevons, puis en voiture à Sisteron.

Tectonique : Etude du synclinal de la vallée du Jabron et de l'Anticlinal du Nord Vue générale du pli-faille de Lure.

Stratigraphie : Série complète, du Gault (Grès susaptien) au Jurassique supérieur : Barrêmien et Valanginien fossilifères. — Haute terrasse de la Durance et Bloc d'amphibolite de Signavoux.

V. *Descr. géol. Montagne de Lure*, p. 162 et pl. A.

Dîner à Sisteron. — Séance le soir à 8 heures 1/2. — Coucher à Sisteron.

Le 18 septembre, à six heures du matin, par un temps splendide, les membres de la Réunion se trouvaient au rendez-vous fixé devant l'hôtel Clergues à Sisteron et prenaient la route d'Aix.

La Société a suivi d'abord jusqu'aux Bons-Enfants la vallée de la Durance et à pu se rendre compte de la disposition des terrasses fluvioglaciaires aux environs et en aval de Sisteron. De la route, on aperçoit très bien la succession suivante des dépôts :

1° En contre-bas de la route, la Durance et son thalweg actuel bordé en quelques points de petites terrasses minuscules (3 à 5^m) relativement récentes.

2° Une terrasse élevée de 30 à 40 mètres au-dessus de la rivière et formée d'une puissante assise de cailloux très peu altérés : Elle constitue un petit plateau sur lequel sont établis le Champ de foire, la gare de Sisteron et une partie de la ville ; depuis son point de

départ, la Société ne l'a point quittée. C'est la *basse terrasse*. Cette *basse terrasse* (Peyruis, gare de Saint-Auban, les Bons-Enfants, gare de Sisteron, Saint-Lazare, etc.), qui s'abaisse jusqu'au niveau des alluvions modernes en aval du pont des Mées, dont la surface est ici à 30 mètres environ au-dessus de la Durance, se continue, en certains points, au-dessous du lit de la rivière. L'altération y est légère et superficielle (50 cent. à peine), les galets n'y sont que faiblement cimentés et la composition en est homogène. La surface de cette nappe de graviers est complètement dépourvue de Glaciaire jusque près du Poët où surgit un *triple rempart* de Moraines frontales (Saint-Andéol, le Poët, Rourebeau), sortes de bourrelets demi-circulaires (amphithéâtre morainique), tournant une pente douce vers l'aval et un versant abrupt vers l'amont. En arrière de ces moraines que la rivière traverse en une gorge étroite vers le Monetier-Allemont (Thèze), la « Dépression centrale » s'ouvre, large et tapissée de Glaciaire sous lequel les graviers de la Basse terrasse continuent, mais ne tardent pas à se terminer en biseau vers l'amont. Près de la Saulce, cette basse terrasse a entièrement disparu. La *basse terrasse* bien développée sur la rive droite où se trouve en ce moment la Société, n'est représentée sur la rive gauche que par des lambeaux beaucoup plus restreints.

3° Une *haute terrasse* que l'on distingue bien à droite de la route où elle forme le plateau de Saint-Domnin, très régulier et parsemé de gros blocs de roches alpines. La Société a également, à gauche, de l'autre côté de la Durance, une remarquable fraction de cette terrasse, qui constitue le plateau de Briasc et de Saint-Puy, d'une longueur de 19 kilom. et d'une régularité tout à fait saisissante. Cette *haute terrasse*, puissante de 30 à 40 mètres, occupe un niveau inférieur à la précédente, mais domine encore, en amont de Peyruis, de 80 à 100 mètres, le lit de la Durance. On la suit sur de grandes étendues : elle est admirablement développée aux environs de Sisteron, Briasc, Saint-Domnin et de Saint-Auban (Peyruis, Château-Arnoux). Ses caractères lithologiques permettent de la distinguer facilement de la terrasse pliocène, encore plus élevée (cailloux granitiques non décomposés, rubéfaction moindre de l'ensemble, etc.). Ses éléments sont généralement cimentés; l'altération superficielle atteint un à deux mètres. La surface de cette terrasse porte, à Château-Arnoux, une couche de *limon* analogue au Loess. A peu de distance en amont de Sisteron (Soleillet, la Silve, etc.), on voit les graviers de cette haute terrasse présenter à leur partie supé-

rieure des *intercalations de boue et de cailloutis glaciaires* (1), puis passer entièrement à des dépôts morainiques assez épais qui les recouvrent vers l'amont (Gare de Mison). Ces moraines n'ont plus leur relief caractéristique; elles ont un aspect moins frais, plus oxydées que celles qui recouvrent la basse terrasse (v. plus bas); elles en diffèrent comme, en Suisse, les moraines *externes* diffèrent des moraines *internes*.

M. Kilian fait remarquer aux membres de la Société qu'on aperçoit, dans le lointain, du côté du S.-E., entre Salignac et Volonne, des collines couronnées par des témoins d'une terrasse encore plus élevée ; c'est la *Terrasse pliocène* que la Société aura l'occasion de voir plus distinctement dans la course du lendemain.

A partir du hameau des Bons-Enfants la caravane quitte la vallée de la Durance pour remonter celle du Jabron dans la cluse que traverse ce cours d'eau entre le Pont de Gournias et son confluent. Cette gorge est creusée dans des calcaires néocomiens ployés en une large voûte. La vallée coupe obliquement le bombement initial (2) de Lure. Chemin faisant, on voit se succéder dans les tranchées de la route les calcaires bicolores et les bancs à silex de l'Hauterivien (*Crioceras Duvali*, *Crioceras angulicostatum* Pict. sp.), les calcaires gris jaunâtres du Barrêmien et les bancs bleuâtres à silex de l'Aptien inférieur.

En amont du pont de Gournias, le Jabron, que nous continuons à remonter, coule dans un synclinal (le synclinal du Jabron) formé par les marnes aptiennes ; c'est le même synclinal qui traverse la Durance à Sisteron; après avoir contourné le bombement de Lure que nous venons de traverser. La basse vallée du Jabron, entre Noyers et le Pont de Gournias, mérite le nom de *val* (*Synklinalthal* des géologues suisses) aptien, par sa disposition synclinale ; la dépression de Chardavon, que la Société traversera un autre jour, est un petit *val* néocomien.

En débouchant dans ce synclinal, la Société voit l'horizon s'élargir ; à gauche, sur le flanc sud du synclinal s'élèvent les crêtes de Lure ; à droite, le synclinal est limité également par d'autres crêtes, celles de Rocher du Turc et de Saint-Pensier qui tournent vers la

(1) Observés en 1893 (W. Kilian, *in Bull. Serv. Carte géol. de Fr. C. R. des Collab.*, 1894, Feuille du Buis).

(2) La régularité de ce bombement est troublée, un peu au S. du Jabron, au-dessus de la Papeterie Guntz, par un ploiement anticlinal *accessoire* (couches verticales par places).

vallée des pentes ravinées de marnes aptiennes et accidentées çà et là de petites collines à couronnement gréseux (Bevons, etc.); ce sont des témoins du Gault représenté ici par des Grès susaptiens, désignés sous le nom de *Safre* par les habitants.

A peu de distance en aval du château de Bevons la Société traverse le lit torrentiel et presque entièrement desséché du Jabron, pour se diriger vers Valbelle. Elle rentre ainsi dans le cœur de l'anticlinal de Lure, qu'elle avait un moment quitté et dont elle va étudier la structure intime (V. Pl. XVI). A partir du Jabron, on voit se succéder d'abord toute la série des couches de l'Aptien ou Valanginien. Près du Pont de Valbelle, la Société constate l'existence d'un petit anticlinal secondaire et pour ainsi dire *adventif*, isolé au milieu du Néocomien et situé en avant de l'axe principal de Lure. Ce petit bombement est greffé sur le flanc septentrional du grand pli de Lure; il est constitué par des calcaires du Tithonique supérieur, visibles près du pont et recouverts par les assises marno-calcaires du Berriasien, dans lequel l'on constate l'existence d'intercalations rognonneuses et la présence de quelques fossiles (*Hoplites Boissieri* Pict., sp., etc.).

Le Berriasien est recouvert par des Marnes valanginiennes où nous recueillons, en nous élevant un peu au-dessus du hameau de la Tour Vieille : *Phylloceras semisulcatum*, *Haploceras Grasi* d'Orb., *Hoplites pexiptychus* Uhl. (= *Roubaudi* d'Orb.), *Hoplites neocomiensis* d'Orb., sp., etc.

Nous poursuivons notre chemin vers Valbelle et nous admirons ensuite le pittoresque anticlinal tithonique de l'Ermitage de Valbelle (V. Pl. XVI), qui s'élève, avec une apparence de cratère de soulèvement, au milieu d'une combe circulaire causée par la nature marneuse du Néocomien. Continuant le noyau de l'anticlinal dont nous avons déjà coupé une portion dans la gorge du Jabron, cette voûte est l'origine du pli-faille de Lure; on la voit nettement devenir asymétrique; elle se déverse un peu plus loin *pour se transformer graduellement, à l'Ouest, en un pli-faille inverse* dont le flanc normal est refoulé vers le Nord sur le synclinal du Jabron. La figure 1, dessinée d'après nature, donne une bonne idée de cette disposition, ainsi que la planche XVI, exécutée d'après un cliché dont nous devons la communication à l'amabilité bien connue de M. Saint-Marcel Eysséric.

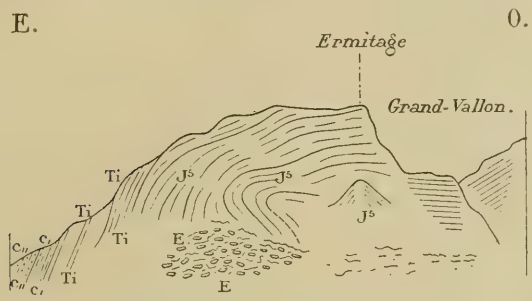
Autour du village, le Valanginien offre de nombreux affleurements dans lesquels plusieurs membres font une récolte d'Ammonites pyriteuses : *Phyll. semisulcatum* d'Orb. sp., *Phyll. Calypso*

d'Orb. sp., *Hapl. Grasi* d'Orb. sp., *Hapl.* cf. *leiosoma* Opp., *Lyt. quadrisulcatum* d'Orb. sp., *Hoplites pexiptychus* Uhl., *Hopl. neocomiensis* d'Orb. sp., *Cosmoceras verrucosum* d'Orb. sp., etc.).

Les plissements de détail et les gondolements (plissottements) de ces assises sont rendus particulièrement nets par l'alternance des lits marno-schisteux et des bancs calcaires, surtout entre St-Honoré et les Escoffiers.

Après cet arrêt, nous reprenons les voitures qui nous ramènent dans la vallée du Jabron jusqu'à Noyers-le-Bas. Dans cette localité, M. Lombard, marchand de fossiles, avait préparé, à l'occasion du passage de la Société, les plus belles pièces de ses collections ; nous

Fig. 1. — Anticlinal de l'Ermitage au Sud de Valbelle.



cII. Marnes à *Bel. Emerici*, *Hopl. neocomiensis*.
cI. Berriasien (*Hopl. Boissieri*, *occitanicus*).
Ti. Calc. à *Per. transitorius*, *Hopl. Callisto*.
J5. Calcaires massifs.
E. Eboulis.

y avons remarqué : de belles séries de *Scutella paulensis* Font. de Chateauneuf-Miravail ; *Schlœnbachia inflata* Sow. avec *rostre*, du Vraconnien, de St-Etienne-les-Orgues ; de nombreuses espèces du Barrêmien (*Hamulina silesiaca* Uhl., *Hamulina Haueri* Uhl., *Heteroceras bifurcatum* Kil., *Lytoceras Phestus* Math., etc., etc.) ; *Holcost. stephanophorus* Math., sp., *Phyll. semisulcatum* (à bourrelets ventraux), *Oppelia* cf. *zonaria* des Marnes valanginiennes ; *Hoplites Boissieri* Pict. sp., *H. callistoides* Behrendsen et plusieurs espèces nouvelles, *Hopl. subchaperi* Ret., *Hopl. ponticus* Ret., *Hopl. interpositus* Ret., *Haploceras Grasi*, *Hapl. tithonium*, provenant du Berriasien de Jansiac (flanc nord de Lure).

Après avoir admiré l'étalage de M. Lombard, et fait maintes

intéressantes acquisitions, les membres de la Société se rendent à la Prise de Noyers, où le déjeuner est servi à l'auberge de M. Michel.

L'après-midi, la Société a étudié le versant sud de l'Anticlinal du Nord : elle a traversé une dépression nord-sud occupée d'un côté par le Barrèmien, et de l'autre par l'Aptien. Cette disposition résulte d'un petit *accident* (*faille*) *transversal* qui peut être suivi vers le Nord, jusqu'au sommet de l'arête jurassique.

En s'élevant vers le village de Vieux-Noyers, on a pu récolter sur la croupe qui borde à l'Est ce petit vallon et qui monte jusqu'au village, les espèces barrêmiennes suivantes :

Lyt. anisoptychum Uhl.
» *crebrisulcatum* Uhl.
Macroscaphites Yvani Puzos sp.

A Noyers-le-Vieux, M. le curé Latil nous a fait les honneurs de sa collection. La Société a pu y remarquer en autres de belles séries de fossiles pyriteux du Valanginien (*Hoplites asperrimus* d'Orb., sp., de grande taille, *Hopl. hystrix* Phill., etc.) ; de l'Hauterivien (petite faune pyriteuse intéressante (*Sonneratia*, *Oppelia*, *Desmoceras*, etc.) ; du Barrêmien pyriteux semblable à celui d'Algérie, avec *Desm. syrtense* Sayn, *Holcodiscus* cf. *metamorphicus* Coq., sp., *Holcodiscus* sp., *Lytoceras* sp., *Heteroceras* sp., du Barrémien calcaire, [*Heteroceras Tardieui* Kil. (petit exemplaire complet), *Hamulina Haueri* (superbe)] ; de l'Aptien de « Sous les Roches », ainsi que d'intéressants Echinides des couches à Scutelles (Burdigalien) de Châteauneuf-Miravail, (*Scutella Paulensis* Font., *Psammechinas Serresi*).

En redescendant, M. le curé a accompagné les excursionnistes jusqu'à un gisement d'Ammonites pyriteuses hauteriviennes fort intéressantes. On y a trouvé des *Desmoceras* et une curieuse espèce rappelant beaucoup les *Oppelia* jurassiques et propre à cet horizon où elle se rencontre dans la Drôme (M. Paquier) et en Algérie (M. Blayac), toujours accompagnée d'*Aptychus angulicostatus*.

Renonçant à poursuivre l'examen des assises jusqu'au Jurassique, qui constitue l'anticlinal du Nord, la Société est revenue vers le Jabron, traversant une seconde fois le Barrêmien et l'Aptien. Le Barrèmien se montre ici assez fossilifère (nous en avons donné en 1888 une coupe à laquelle on peut se reporter). Quant à l'Aptien inférieur, riche en silex, il présente, vers Bevons, une *structure*

rognonneuse, sorte de pseudobrèche qui rappelle vivement celles qui existent dans le Tithonique et dans le Berriasien.

L'Aptien inférieur est recouvert vers la Grande Bastide et Bevons par les marnes aptiennes qui constituent le fond du synclinal du Jabron, çà et là seulement, et notamment près de Bevons existent des témoins de couches plus élevées. Au village de Vieux-Bevons et en divers autres points, les marnes aptiennes sont en effet surmontées par des couches glauconieuses grisâtres, devenant couleur de rouille en s'oxydant à l'air et alternant régulièrement avec des marnes grises. Au-dessus apparaissent des bancs puissants d'un grès jaunâtre (« Safre »), très glauconieux. Ces grès surmontent en chapiteaux les marnes sous-jacentes qu'ils ont préservées de l'érosion et couronnent plusieurs collines sur la rive gauche du Jabron. Ils se démantèlent en gros blocs qui constituent alors sur le haut des collines marneuses des entassements ruiniformes d'un effet fort pittoresque. Souvent ils se délitent en *boules* énormes, semblables à des bombes, qui jonchent le sol et dont la présence est caractéristique partout où affleurent les *Grès sus-aptiens* (c'est ainsi que M. Fallot a appelé ces bancs remarqués de tout temps par les observateurs). A Châteauneuf-Val-Saint-Donat, ils sont calcarifères à la base.

Leur faune qui contraste par sa pauvreté avec celles que nous avons analysées antérieurement, s'impose cependant à notre attention par le mélange d'espèces albiennes et réputées cénomaniennes, la prédominance des *Anisoceras* et de quelques espèces caractéristiques comme *Schloenb. inflata*, *Schl. inflatiformis*, *Desm. Mayori*, *Lyt. Muhlenbecki*, *Belemnites minimus*, habituelles au Gault supérieur. La faune de nos grès verts se rapproche de celle du Gault supérieur (Vraconnien) de Vraconnaz près Sainte-Croix (canton de Vaud), telle que l'a analysée M. Jaccard. Cependant la liste de la localité suisse contient, comme les grès à *Am. Mayori* du Ventoux, une proportion plus grande d'espèces cénomaniennes : *Hopl. falcatus*, *Stol. dispar*, *Turrilites Bergeri*, *T. Puzosi* et quelques *Anisoceras* qui, dans notre région, sont cantonnés à un niveau un peu plus élevé. Il semble que l'assise tant discutée du Vraconnien ou de la Gaize, que les uns rattachent au Cénomanien, tandis que d'autres se plaisent à l'incorporer au Gault, se décompose, ainsi que nous l'avons dit en 1888, dans le massif de Lure en deux niveaux fossilifères contenant tous deux *Am. inflatus* et *Mayori*, mais dont l'inférieur ne renferme pas de formes franchement cénomaniennes,

tandis que le plus élevé fournit déjà des Céphalopodes d'un type plus récent (*Hopl. falcatus, Schloenb. varians*) et présente plus spécialement la faune de la Gaize du bassin de Paris et de l'Upper Greensand.

Les voitures ont alors ramené la Société à Sisteron, la nuit ayant empêché d'aller voir le bloc d'amphibolite de Signavoux (1).

(1) Ce bloc, de plusieurs mètres cubes, qui occupe le bord du plateau de St-Domnin, nous a été signalé par M. G. Tardieu. Il repose sur la surface de la Haute-Terrasse pléistocène. On sait, en effet, qu'en aval de Sisteron (Saint-Puy, Château-Arnoux, etc.), la partie supérieure de la haute terrasse consiste en une couche, d'une épaisseur de 2 à 10 mètres, d'une nature spéciale, formée de cailloux et de *blocs non striés*. Ces blocs sont surtout calcaires et de provenance subalpine, cependant on en remarque assez fréquemment qui proviennent de massifs éloignés (Bloc d'Amphibolites de Signavoux) ; ils atteignent des dimensions considérables (36 m. cubes), sont évidemment erratiques mais portent tous des traces de blocs charriés par les eaux, alors que les stries ou surfaces polies indiquant une origine glaciaire leur font absolument défaut. Nous les considérons comme amenés par les glaces jusqu'en amont de Sisteron, puis repris par une débâcle qui les aurait transportés vers l'aval.

COMPTE-RENDU DE L'EXCURSION DU 19 SEPTEMBRE

A SAINT-GENIEZ

par M. **W. KILIAN.**

(Pl. XVII).

Départ en voiture à six heures du matin pour Saint-Geniez-de-Dromont.

Tectonique : Terminaison orientale de l'Anticlinal du Nord ; Cluse de Sisteron, « Bassin elliptique » synclinal de Chardavon.

En montant : Vue sur les chaînes subalpines et sur les *trois* systèmes fluvio-glaciaires de la vallée de la Durance.

Stratigraphie : Coupes complètes du Jurassique supérieur. Valanginien fossilifère.

V. *Desc. géol. Mont. de Lure*, pp. 95, 99 et suiv. ; — Carte pl. C. du même ouvrage. V. *Carte des Chaînes subalpines entre Gap et Digne*, par M. Haug, 1891 (in Thèse).

Déjeûner à Saint-Geniez à midi.

L'après-midi : en voiture de St-Geniez à Lèbre, avec arrêts multiples, puis retour à Sisteron.

Tectonique : Recouvrements des plis du système de Lure à leur extrémité orientale par les « écailles » de la « zone du Gapençais » ; dislocations du Ravin de Vanson : Trias refoulé sur l'Oligocène. Discordances et plis du Tertiaire à la Forest. Vue d'ensemble du haut du Pas de l'Echelle.

Stratigraphie : Trias, Lias, Dogger fossilifère (Niveaux à *Posidonomya alpina* et à *Posid. Dalmasi*), Callovien, Malm, Néocomien, Oligocène (Mollasse rouge).

V. Haug : *Les Chaînes subalp. entre Gap et Digne*, p. 131, 1891. Consulter aussi : W. Kilian, Sur une manière de représenter la structure, etc. (*Ann. En. sup. de Grenoble*, t. IV, n° 2, 1892), où se trouve une description complète de cette région.

Jeudi 19 septembre, la Société s'est dirigée vers le Nord par la Cluse de Sisteron en traversant les marnes oxfordiennes qui constituent l'axe (entamé par l'érosion), de l'anticlinal nord de Lure. On a recueilli, dans ces marnes : *Phylloceras tortisulcatum*, *Cardioceras cordatum*, *Perisphinctes subtilis*.

En montant, nos confrères ont pu jeter les yeux sur les trois terrasses fluvioglaciaires de la Durance, si puissantes dans les environs de Mison, et se rendre compte de l'agencement des plis dans la région de Buech et Durance (1).

(1) V. Note de MM. W. Kilian et Alb. Penck (*Comptes-Rendus Ac. des Sc.*, 17 juin 1895).

Les formations caillouteuses et morainiques si développées dans le bassin de la Durance, ont, de tous temps, attiré l'attention des observateurs (Rozet, Ch. Martins, Desor, Ch. Lory, David-Martin, etc.) (1), mais aucun d'eux n'avait tenté d'en coordonner systématiquement les différents termes, ni d'y voir les traces de plusieurs glaciations successives. Nulle région cependant ne s'y prêtait mieux. L'on peut dire actuellement que la vallée de la Durance mérite de devenir un type classique; les phénomènes fluvioglaciaires y ont, en effet, laissé des traces établissant avec une admirable netteté l'existence de *plusieurs glaciations* séparées par d'importantes périodes de retrait des glaces et de creusement des vallées.

Aux environs de Sisteron, trois terrasses principales — (on constate *localement* et dans les contours de la rivière, en contrebas de la plus basse de ces terrasses, l'existence d'un *quatrième* niveau de graviers s'élevant de 2 à 5 mètres au-dessus des alluvions modernes) — de graviers peuvent facilement être distinguées; ces trois terrasses (2) ne *sont point des terrasses d'érosion* : elles sont généralement séparées par des affleurements du substratum, et on trouve dans les deux dernières des blocs remaniés de conglomérats provenant des terrasses préexistantes. Leur pente est plus grande que celle de la vallée actuelle.

Nous distinguerons donc :

1° *Une terrasse très ancienne* (épaissseur 20 à 40^{m}) ou terrasse *supérieure*, caractérisée par l'altération profonde de ses éléments ; les galets y sont presque tous décomposés, surtout les galets roches cristallines qui, souvent, se laissent couper au couteau ; les feldspaths sont généralement kaolinisés et sont devenus tout à fait friables. Beaucoup de ces cailloux ne sont plus représentés que par une sorte de squelette vacuolaire et sont absolument décalcifiés. Ces éléments sont le plus souvent cimentés en un conglomérat qui, lorsque certains galets, en disparaissant par décomposition, y ont laissé des vides, peut être identifié au « Deckenschotter » et à la *löcherige Nagelfluh* du Nord de la Suisse (3).

(1) Nous donnerons prochainement la bibliographie détaillée de cette question, dans une note détaillée sur le Pléistocène du Bassin de la Durance.

(2) V. W. Kilian. *Descr. géol. de la Montagne de Lure*. Paris, Masson, 1888, où l'un de nous a décrit deux de ces terrasses. Il a mentionné la troisième dans le *C. R. Séances Soc. géol. de France*, 1895, n° 10.

(3) Penck, Du Paquier et Brückner. *Le syst. glaciaire des Alpes* (Bull. Soc. Sc. nat. de Neuchâtel, t XX, Neuchâtel. 1894).

Cette terrasse occupe une position très élevée au-dessus du thalweg actuel de la Durance (environ 150 mètres). Elle existe à Volonne (les Rouvières), à Peipin, au Château de Mison, à Bellevue et (à 200 mètres au-dessus de la Durance), au N. O. du Poët. On ne la trouve pas en amont de ce dernier point.

Ces alluvions possèdent tous les caractères des cailloutis *pliocènes*, récemment décrits par MM. Depéret et Delafond, aux environs de Lyon et dans la Bresse, des alluvions pliocènes du Comtat et des cailloutis des plateaux du Bas-Dauphiné ; il est probable aussi que c'est un lambeau de cette même terrasse que M. Depéret a indiqué, comme pliocène, bien en aval de Mirabeau, à Lauris (v. Feuille Forcalquier de la Carte géologique de France, au 80 millième). A Mison, ces alluvions reposent sur la surface lisse, érodée et lavée du Callovien, qu'elles ont admirablement moulée.

2° La *Haute terrasse*, dont nous avons parlé plus haut, et qui constitue des dépôts de transport qui, entre Mison et Sisteron, forment un vaste plateau triangulaire en amont du confluent de la Durance et du Buech. La *haute terrasse* se retrouve en aval de Sisteron où elle est superbement développée (Est de Saint-Domnin, sur la rive droite; Saint-Puys, Briasc sur la rive gauche), puis s'abaisse et disparaît près de Lure ; elle est parsemée de blocs erratiques intra-alpins (bloc d'amphibolite à Signavoux, près Sisteron, etc.). A Soleillet et Chantereine, en face du lieu où nous sommes en ce moment, cette haute terrasse présente vers son sommet des dépôts glaciaires avec boue, cailloux striés, etc., couronnant cette *haute terrasse* et limités à sa surface à l'exclusion des terrasses inférieures; on remarque en outre, çà et là, des alluvions de fonte recouvrant la boue glaciaire et mêlée à des blocs erratiques (Chantereine, alt. : 568^{m}).

3° La *Basse terrasse*, dont nous avons parlé dans le Compte-Rendu de l'excursion de Noyers, qui forme la plaine du Logis-Neuf en face de nous et qui n'est recouverte par les *Moraines internes* que *beaucoup plus en amont*, à Thèze et Rourebeau. Cette terrasse se continue également à Sisteron (gare), et du côté de Peipin.

4° Deux terrasses plus basses (à 450^{m} et 445^{m}), se confondant par places en une seule.

5° Des alluvions modernes (alt. 400 à 415^{m}).

En amont de Gap, aucune des terrasses précitées ne se continue; la vallée est parfois encombrée de Glaciaire. Mais entre Montdauphin et Embrun des alluvions fortement cimentées prennent un

grand développement ; elles occupent un niveau de 80 à 130 mètres plus élevé que le lit de la Durance. Leur partie inférieure montre, entre Châteauroux et Gap, une structure morainique (cailloux striés, etc.), à Embrun elles sont, comme l'a découvert M. Penck, *superposées à des Moraines de fond typiques*. Cette nappe est coupée *obliquement* et recouverte par d'autres dépôts glaciaires, plus récents qui reposent sur la *surface polie* (Embrun, Montdauphin) des alluvions.

La terrasse d'Embrun-Montdauphin (1) est donc nettement *interglaciaire*, elle correspond à un retrait, d'au moins 70 kil., du glacier de la Durance. Sa présence, entre deux couches de cailloutis glaciaires, *est une preuve incontestable de la pluralité des Glaciations dans le bassin de la Durance.*

Des constatations absolument analogues aux précédentes peuvent être faites entre Gap et Serres, dans le bassin de Buech qui, par le col de la Freyssinouse (1.005^{m}), recevait une branche du Glacier de la Durance.

En effet, la terrasse *supérieure* (pliocène), très développée au Plateau des Egaux, entre le grand et le petit Buech (à 180^{m} au-dessus du *Thalweg* actuel) a laissé des lambeaux jusque près du col de la Freyssinouse à une altitude de 1.005 à 1.080 mètres, soit à 450 mètres au-dessus du lit de la Durance. Elle a là tous ses caractères distinctifs, ses éléments sont intra-alpins et tout indique une origine fluvioglaciaire.

La *haute terrasse* (2) de Saléon, etc. (Aspremont, Aspres) ne passe à des moraines que près de la gare de Veynes (Moraines externes).

Grâce aux euphotides et variolites caractéristiques des alluvions de provenance briançonnaise, nous avons pu constater que le cours d'eau pénétrait dans la vallée du Buech *par un col* situé entre Veynes et Aspres, creusé dans la terrasse supérieure et utilisé actuellement par la voie ferrée. La terrasse d'Aspremont est déjà, en effet, d'origine briançonnaise.

La *basse terrasse* (de 10-20^{m}) bien nette également, vient correspondre aux belles Moraines frontales de la Roche-des-Arnauds et

(1) Nous avons récemment observé, près du Col du Mont-Genèvre, un lambeau de ces alluvions interglaciaires, à plus de 150 mètres au-dessus de la vallée de la Vachette, et dont la disposition permet d'affirmer qu'il y a eu depuis cette époque de grands changements dans l'hydrographie de la zone frontière franco-italienne. (V. Bull. Carte géol. de Fr., n° 53, 1896).

(2) M. V. Paquier a commencé à étudier en détails les dépôts fluvioglaciaires de cette partie du Bassin de la Durance.

Montmaur, décrites par Ch. Lory, puis par M. David Martin. Ce sont les « Moraines externes ».

Ceci nous a conduit, ainsi que M. le prof. Penck, aux conclusions suivantes :

La vallée actuelle du Buech était, à l'époque des Moraines externes, barrée par la branche S. du glacier, alors que les Moraines frontales de la branche O. occupaient les environs de Veynes et Serres. Il devait donc exister, pendant la durée de la deuxième glaciation, un *lac* entre Veynes et Mison ; les *alluvions inclinées* de Laragne (1), avec leur stratification de delta, confirment cette hypothèse et c'est sans doute lorsque le retrait du glacier de la Durance fit disparaître le barrage de Sisteron que s'effectua la débâcle (2), entraînant les blocs métriques qui, jusqu'à 15 kil. de Sisteron, couvrent encore la haute terrasse (bloc de Signavoux, etc.).

Nos observations nous permettent de résumer comme suit l'histoire du bassin de la Durance, à partir de la première glaciation (probablement pliocène) :

1° *Première glaciation* s'étendant d'une part vers le N. O. jusqu'à Gap ; d'autre part, vers le S., jusqu'en amont du Poët. — Formation de la *terrasse supérieure* (Deckenschotter) en aval de ces points.

2° Creusement et déblaiement de vallées.

3° *Deuxième glaciation* s'étendant jusqu'à Veynes au N. O. et à Sisteron au S. — En aval : formation de la *haute terrasse*.

4° Retrait des glaces au moins jusqu'en amont du Mont-Dauphin. Alluvionnement dans la haute vallée de la Durance (alluvions inter-glaciaires d'Embrun, de Guillestre, du Mt Genèvre). Continuation du creusement (3) près de Sisteron.

5° *Troisième glaciation* s'étendant au N. O. jusqu'à Montmaur, au S. jusqu'au Poët (moraines frontales). En aval : formation de la *basse terrasse*.

6° Retrait des glaciers vers les hautes régions alpestres. Creusement près de Sisteron.

L'exposition et le climat de la région, en ne permettant pas aux glaciers d'atteindre la plaine et de s'y étaler, comme cela s'est produit au N. des Alpes et dans la région lyonnaise, l'histoire des

(1) Récemment décrites en détails par M. David Martin.

(2) W. Kilian. *Desc. géol. de la Montagne de Lure*. Paris, Masson, 1888, où l'un de nous a indiqué cette hypothèse comme probable.

(3) Il nous semble que si la haute terrasse représentait les alluvions de *progression* et la basse terrasse les alluvions de *recul* d'une *seule* glaciation, ce creusement, très considérable, serait mécaniquement inexplicable.

trois glaciations du bassin de la Durance s'est tout entière déroulée dans les limites restreintes des vallées encaissées qui se trouvent en amont de Peyruis. C'est là probablement la raison pour laquelle les traces laissées par les phénomènes fluvioglaciaires y sont si nettes et si facilement déchiffrables (1).

Des réflexions d'un autre ordre nous sont suggérées par le panorama. Les arêtes de calcaires jurassiques supérieures qui se montrent dans le lointain permettent de se rendre compte de la direction E.-O. des plis (montagne de Chabre, montagnes de Serres et de St-Genix), dans la région de Buech et Durance ; on voit aussi le rôle oroplastique que jouent dans cette région ravinée les « barres » résistantes de ces calcaires jurassiques supérieurs qui représentent le seul élément lithologique un peu dur au milieu des formations marneuses jurassiques et crétacées. Dans le fond, à l'horizon, on aperçoit les montagnes du Dévoluy.

Après cet arrêt, consacré à un coup d'œil général sur le Bassin moyen de la Durance, la Société a continué sa route vers le col de la Sacristie.

Les éboulis nous ont ensuite caché les couches jusqu'à la zone à *Am. tenuilobatus*, puis la Société a mis pied à terre pour traverser le défilé de Pierre-Ecrite, où elle a pu constater la fréquence de bancs bréchoïdes ou rognonneux dans le Tithonique et le Berriasien et y recueillir quelques fossiles, notamment dans le Tithonique rognonneux (*Perisph. transitorius* Opp., sp. et *Per. Deeckei* Kil.) et dans les bancs sublithographiques un peu marneux qui séparent les assises rognonneuses :

Duvalia sp.
Hoplites Dalmasi Pictet.
Hoplites privasensis Pict.
Aucella sp.

Le Berriasien, plus marneux, est coupé de bancs bréchoïdes que M. Leenhardt (2) considère comme produits par un charriage et un

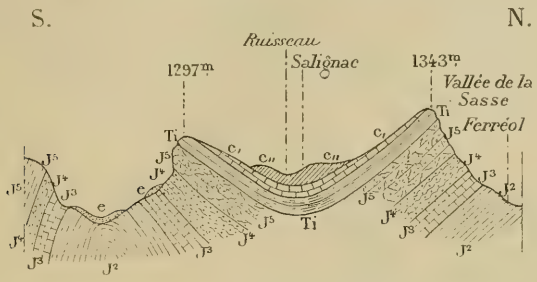
(1) NOTA. — M. David Martin vient de publier une note intitulée : *Formation caillouteuse de la Vallée de la Durance. Notice préliminaire* sur le même sujet que celui que nous traitons ici. — Nous regrettons d'être en désaccord avec lui sur la plupart des points. W. K.

(2) V. plus bas et v. aussi ce que nous pensons de ces formations (*in* Note sur la Stratigraphie des environs de Sisteron [dans ce même vol., plus haut]). M. Cayeux attribue ces formations, qu'il a étudiées dans l'Ardèche, à un phénomène moléculaire. Nous y voyons, au contraire, le résultat d'un processus de sédimentation. — [V. L. CAYEUX. Structure bréchoïde du Tithonique supérieur du Sud de l'Ardèche. Preuves de son origine à la fois postsédimentaire et chimique (*C. R. Ac. Sc.*, juin 1896)].

remaniement. Il nous a fourni *Hoplites Boissieri* Pict., sp. et *H. Janus* Ret.

On est ensuite arrivé au Néocomien de Chardavon (2) qui occupe une cuvette synclinale *très régulière* (v. fig. 1), analogue à celles qui constituent un des traits les plus caractéristiques du Diois (Valdrôme, etc.), puis au défilé conduisant à St-Geniez, où l'on a examiné l'Oxfordien dans le centre d'un nouvel anticlinal jurassique érodé.

Fig. 1. — Coupe transversale du bassin de Chardavon.



e. Eboulis.
cII. Marnes à *Bel. Emerici*, *Hopl. neocomiensis*.
cI. Berriasien (*Hopl. Boissieri*, *occitanicus*).
Ti. Calc. à *Per. transitorius*, *Hopl. privasensis*, *Callisto*.
J5. Calcaires massifs.
J4. Couches à *Per. polyplocus*.
J3. Couches à *Pelt. bimammatum* et *Ochet. canaliculatum*.
J2. Marnes oxfordiennes.

Dans le village, M. Laborde, notaire, attendait les membres de la Réunion extraordinaire, auxquels il fit le plus aimable accueil. Le village de St-Geniez est établi sur l'Oxfordien, qui forme ici de vastes affleurements vers le Sud, correspondant à un bombement anticlinal.

En s'élevant sur la bordure rocheuse de cet anticlinal, accidentée d'une légère cassure transversale (v. Pl. XVII, fig. 1. J^4, Zone à *Opp. tenuilobata* ; J^{8-5}, Calcaires massifs kimeridgiens et tithoniques inférieurs), nos confrères ont pu jouir, au Pas de l'Echelle, d'une belle vue d'ensemble sur le Dévoluy, le Gapençais, le massif du Pelvoux, et sur les chaînes E.-O. du Diois, coupées presque à angle droit par les plis failles ou « Ecailles » de la *zone de Gapençais*. De ce point, MM. Kilian et Haug exposent les traits principaux de la structure du pays.

Les environs de Saint-Geniez ont de tous temps été remarqués

(1) C'est de Chardavon que proviennent plusieurs des *Duvalia* figurées par Bayle dans son Atlas des Fossiles caractéristiques (Matér. Carte géol. de Fr.).

par les géologues, aussi en a-t-il été fait mention bien souvent depuis l'an X, époque à laquelle le gypse, le succin de cette localité, ainsi que le plomb sulfuré de Naux, furent signalés dans le *Journal des Mines*. En 1829, Elie de Beaumont cita le gypse de Saint-Geniez. Il en mentionna à plusieurs reprises les mines de plomb sulfuré exploitées jusqu'en 1841 et signalées également par Rozet. Le quartier des carrières, près de Notre-Dame-de Dromont, est indiqué par lui comme point fossilifère. Scipion Gras signale des bancs de grès à anthracite dans le Lias, et, non loin de là, des amas de gypse. A deux kilomètres du village de Saint-Geniez, sur le chemin d'Authon, on observe, dit-il (*Basses-Alpes*, p. 60), dans les marnes du Lias, une

Fig. 2. — Coupe de l'escarpement situé au Sud-Ouest de Saint-Geniez, entre Chardavon et Lestachon.

couche irrégulière d'anthracite, associée à des grès quartzeux. Son épaisseur est très variable et ne surpasse pas 0m50 à 0m60. Elle a peu de continuité et se trouve dans un terrain qui s'éboule facilement...

Ce combustible est en grande partie friable, et presque pulvérents ; sur quelques points seulement, il se présente en morceaux brillants, d'une grande dureté. Le marbre noir, autrefois estimé, de Saint-Geniez, a été décrit par le même auteur, ainsi que celui d'Entraix ; il affleure, dit-il, sous la route d'Authon, au bord du

(1) V. pour plus de détails : E. Haug. Les chaînes subalpines entre Digne et Gap (Thèse, Paris, Baudry, 1891). — W. Kilian. Description géol. de la Montagne de Lure (Thèse, Paris, Masson, 1888).

Vanson. « Le terrain des environs de Saint-Geniez porte les traces de grands bouleversements, qui doivent être rapportés à plusieurs systèmes de soulèvements distincts. Celui qui paraît dominer est le système Nord 78° Ouest : il passe par la mine de plomb sulfuré, près de Naux, par Sisteron, et se prolonge, de là, jusqu'au mont Ventoux ». Ces renseignements furent repris plus tard par d'Archiac. Dieulafait cita le Trias, l'Infralias et le Lias, et un anonyme, M. G.... (*Bulletin Société scient. et litt. de Digne*, 1883), reparla du marbre noir de Saint-Geniez. Matheron (Catal. méthod.) mentionna le *Bel. latus*, de Saint-Geniez.

Enfin, en 1888, nous avons publié une description détaillée des environs de Saint-Geniez, que M. Haug compléta, en 1891, en étendant ses explorations plus à l'Est (*loc. cit.*, p. 16, 31, 38, 40, 83 et 131).

Nous avons cherché en vain, à l'Est de Saint-Geniez, la « végétation vigoureuse » formée de pins et de sapins, que Dieulafait y remarquait en 1868 (*Bull. Soc. d'Et. scient. de Draguignan*, t. VII). Ces montagnes se présentent actuellement sous l'aspect le plus désolé, sauf aux environs d'Esparron, où existe, en effet, localement une vallée peuplée d'essences diverses, donnant, avec ses grès rouges aquitaniens, ainsi que l'a très justement fait remarquer M. Haug, l'illusion d'un paysage vosgien. Mais cette oasis de verdure très restreinte est située assez loin, au Nord-Est de Saint-Geniez, et l'on peut se demander à quoi se rapporte la mention du savant professeur de Marseille, les environs de Saint-Geniez et d'Authon étant depuis longtemps déjà, comme il est facile d'en juger par notre photographie, entièrement déboisés.

Après déjeuner, dont, grâce aux bons soins de MM. Tardieu et Laborde, le menu ne rappelait en rien la pauvreté du pays, la Société est partie pour visiter les dislocations du ravin de Vanson, où l'Anticlinal du nord se ferme, recouvert *transgressivement* par les dépôts oligocènes ; ce fait montre nettement que cet accident était indiqué avant l'époque oligocène.

La Société a ici devant elle les montagnes de St-Vincent et du Trénom, formées de Lias et Trias en recouvrement sur les accidents E.-O. C'est le bord d'une « écaille » ou vaste pli-faille inverse, refoulé vers l'O., à contour sinueux, comme M. Haug en a décrit plusieurs, entre Digne et Gap. Ce ravin si curieux est dominé par la petite route de Sisteron à Feissal ; il est facile de le visiter en se rendant par la ferme des Bages, au col que franchit, non loin du Chabert, le chemin de Saint-Geniez à Authon.

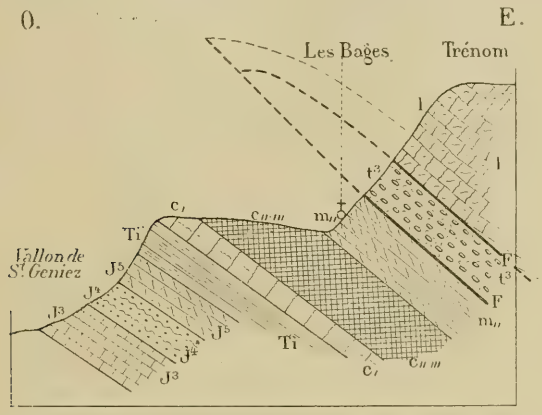
Un spectacle grandiose s'offre alors au géologue (Pl. XVII, fig. 2), qui se rendra compte qu'il est en présence d'une région bouleversée par d'énergiques dislocations. A côté de lui affleurent les couches jaunâtres et rubanées du *Néocomien* marno-calcaire. Devant ses yeux, s'ouvre un profond ravin, au fond duquel coule le Vanson. Ce gouffre est creusé dans les assises multicolores du *Trias* ; on y voit les marnes grises et vertes du *Keuper*, à côté des grès et des argiles rouges de l'*Oligocène*, dont la couleur chaude ressort dans le paysage (v. Haug, *loc. cit.*, p. 131). Çà et là des amas de gypse triasique se font remarquer par leur éclatante blancheur. En bas, dans le lit et sur les bords mêmes du Vanson, des blocs calcaires d'une dimension vraiment énorme, sont entassés dans un désordre magnifique. Au Nord-Est, ce ravin est dominé par la haute crête calcaire de Saint-Vincent, formée par les puissantes assises du *Lias*, qui ont pris en divers points, sous l'action oxydante de l'air, une couleur rougeâtre. Plus en arrière, l'on aperçoit les rochers blanchâtres du *Jurassique supérieur*, s'élevant au-dessus d'un vallon *oxfordien*, et bornant l'horizon de ce côté. Des collines formées de *Bajocien* et de *Bathonien* et une crête *liasique* complètent au Nord la ceinture de l'entonnoir grandiose au fond duquel serpente le Vanson, et dont la rivière s'échappe, comme elle y est entrée, par une cluse, près du Petit-Abros. Au dernier plan, nous apercevons un *crêt tithonique* dominant un *talus oxfordien* et, par une échancrure, les collines *néocomiennes* du Vallon de Feissal que domine, tout au fond, à l'horizon, la *croupe liasique* de Blayeul.

Analysons maintenant les accidents qui donnent à ce coin de pays un aspect si bouleversé.

L'enceinte de calcaires jurassiques du demi-bassin *néocomien* de la Pène (rochers du Goura) domine, derrière nous, à Saint-Geniez, le bombement *oxfordien* que surplombent, à l'Ouest, les escarpements extérieurs (*Tithonique*) du bassin de Chardavon et, à l'Est, les rochers jurassiques du Chabert. Ces derniers sont reliés à la crête du Goura par une arête jurassique plus basse, celle que franchit (au point où nous sommes placés pour avoir un aperçu d'ensemble sur le ravin) le chemin d'Authon, entre le Chabert et les Traverses. Ces calcaires jurassiques sont recouverts en concordance par les couches de Berrias et par le *Néocomien* qui, aux Traverses, est surmonté à son tour par la Mollasse oligocène sur laquelle sont refoulés les gypses triasiques. MM. Deperet, Sayn et Douxami ont étudié de près cet oligocène et ont été assez heureux pour y décou-

vrir des fossiles. Ils ont pu ainsi y constater l'existence du Tongrien (avec *gypses* faciles à distinguer, par leur aspect moins saccharoïde, de ceux du Trias voisin) et de l'Aquitanien. La *faille* ou surface de refoulement est oblique près des Traverses, et a amené si peu de dislocation dans les couches que, sur la route de Saint-Geniez à Authon, au troisième tournant à l'Est de la ferme du Chabert, les bancs rouges de *Mollasse oligocène* paraissent s'enfoncer régulièrement et en concordance sous les assises triasiques (fig. 3) avec lesquelles elles sont en contact.

Fig. 3. — Coupe entre Saint-Geniez et la Montagne du Trénom.
(Chevauchement de la Zone du Gapençais sur l'extrémité du système de Lure).



MII. Oligocène (Mollasse rouge).
cII-III. Néocomien.
c1. Berriasien.
Ti. Calc à *Per. transitorius.*
J5. Calcaires massifs.
J4. Couches à *Per. polyplocus.*
J3. Couches à *Pelt. bimammatum* et *Och. canaliculatum.*
l. Lias calcaire (L. moyen).
t3. Trias (Gypse).
F. Faille (surface de refoulement).

Cette *ligne de contact anormal* va passer au Nord-Est, un peu au-dessous de la ferme des Bages ; elle est jalonnée sur plusieurs points par un fort brouillage des couches ; c'est elle que nous avons signalée à la Pêne et à Entraix. Elle poursuit vers le Sud, en aval du Roucas-Blanc, entre le *Lias* et les assises de la *Mollasse miocène* qui ne sont, nous insistons sur ce fait, dérangées en aucune façon.

C'est dans le fond de ce ravin, véritable chaos où sont entassés dans un désordre grandiose des blocs énormes appartenant aux terrains les plus divers, qu'affleure le *Trias*, dont les assises ont subi de violentes dislocations. En s'avançant sur la route d'Authon, au-

delà des Traverses on s'engage dans les calcaires du *Lias* (1) et du *Dogger*, qui sont ici inclinés vers le Nord-Est, et en superposition régulière. On se rend compte immédiatement qu'une cassure, rameau détaché de la faille des Traverses, les fait buter au Sud contre le *Trias gypsifère*, du ravin du Vanson. Cette petite faille suit le ruisseau de Briançon et amène en contact les schistes calloviens formant l'amorce d'un petit synclinal (réalisé un peu plus à l'Est), et les calcaires du *Lias*, à droite de la route, près de Lèbre. Elle se perd dans le Dogger qui, au voisinage d'Authon, affleure normalement sous les marnes oxfordiennes de la vallée du Vanson (Bourrely). Le village d'Authon, caché derrière la crête liasique qui s'élève au-dessus du ravin, est établi sur des marnes noires, schisteuses, que nous avons vues correspondre au *Callovien* et à la base de l'*Oxfordien ;* au Nord-Est, ces marnes vont plonger sous des escarpements jurassiques, enceinte du bassin synclinal néocomien de Feissal, que le Vanson franchit dans une cluse en amont d'Authon ; au Sud-Ouest, elles s'appuient sur le *Dogger*, qui forme le flanc oriental de la montagne de Saint-Vincent. Sous ce Dogger apparaît le Lias (pendage E), constituant la crête de la montagne, et superposé au Trias. Près de la campagne du Verger, un lambeau de calcaire liasique s'est rabattu et a été entraîné vers le fond de la vallée où il repose sur le talus triasique. Au Nord-Est de la ferme du Clot de Viéris, près de Saint-Geniez, non loin de Richaud, les couches argilo-calcaires de l'*Oligocène*, fort tourmentées, offrent avec une grande netteté un remarquable exemple de *faille horizontale*, produite par un plissement exagéré des couches. L'on voit très bien, de la ferme du Clot de Viéris, ces assises former un anticlinal sous la *Mollasse* non plissée, au lieu dit le Roucas-Blanc ; elles ont donc subi des dislocations *avant la période helvétienne*.

L'arête imposante, visible sur notre planche, qui sépare la vallée d'Authon du col occupé par les hameaux du Cognet et de la Forest, n'est autre chose que le bord d'une « Ecaille » Nord-Ouest-Sud-Ouest, continuation de l'accident des Bages et des Traverses. Vers le Sud-Est, cette faille est jalonnée depuis le Roucas-Blanc par les

(1) Le *Lias* à Gryphées et à anthracite (?) de Saint-Geniez a été cité en 1840, par Scipion Gras (*Basses-Alpes*, p. 49), ainsi que celui d'Authon (id. p. 48), puis par d'Archiac.

M. Laborde y a recueilli récemment et nous a transmis plusieurs beaux exemplaires de *Pholadomya ambigua* Ag., *Phol. corrugata* Dunk., et *Mactromya liasina*. On y trouve aussi des *Arietites*. (V. aussi Haug, *loc. cit.*, p. 31-40).

assises miocènes à *Pecten rotundatus*. Ce fait est d'une haute importance, il montre, ainsi que l'a démontré M. Haug, que le refoulement Mélan-les-Traverses-Entraix et ses dépendances sont *postérieurs à l'Helvétien* et plus récents que la voûte oligocène du Roucas-Blanc.

Le Vanson traverse, par une cluse, peu accessible au géologue, l'arête dont nous venons de parler : c'est à droite, en remontant le cours de ce torrent, entre Abros et Authon, que l'on arrive à se rendre compte de la structure assez compliquée de cette partie du massif. Après avoir quitté les calcaires du *Jurassique supérieur*, on arrive à rencontrer les couches argilo-gréseuses de l'*Oligocène*. Les bancs rouges et grisâtres tranchent par leur coloration sur les terrains environnants ; ils sont plissés et forment, ainsi qu'il a été dit déjà, à la ferme même du Roucas-Blanc, une selle anticlinale des plus nettes ; la *Mollasse helvétienne* s'étend en transgression sur ces assises, comme elle recouvrait plus au Sud-Ouest le *Jurassique*, le *Néocomien* et le *Cénomanien*. Si l'on continue à remonter le Vanson, malgré les masses considérables d'éboulis qui rendent la marche fort pénible, l'on ne tarde pas à rencontrer, dans la cluse, les gypses du *Trias* puis les couches de l'*Infralias* et du *Lias inférieur*. Franchissant en une pittoresque cascade les assises du *Lias moyen*, le torrent circule dans une gorge que, jadis, nous avons essayé vainement de traverser, en compagnie de notre confrère M. Leenhardt. On y voit un superbe exemple de l'action combinée des éboulements et des eaux du torrent. Tantôt les menus éboulis forment des talus de groise qui, souvent, sont cimentés en *brèches* calcaires par les eaux de ruissellement, tantôt des blocs énormes, entraînés par le Vanson, opposent au voyageur étonné des entassements prodigieux qu'il ne peut songer à escalader.

Au Sud de la Vallée du Vanson s'étendent les assises helvétiennes relevées vers le Nord-Est. Le puissant massif de la Forest avec ses bancs d'*Ostrea crassissima* inclinés et redressés nous enseigne que le refoulement de St-Vincent et une grande partie des accidents environnants se sont produits postérieurement à l'*époque miocène*.

Vivement intéressés par le spectacle grandiose de ces dislocations, les membres de la Réunion demeurent un certain temps à étudier les assises variées qui ont été mises à nu dans ce prestigieux ravin. C'est ainsi que M. Depéret a constaté, près des Chaberts, dans l'Oligocène, la présence de fossiles qui permettent de considérer ces couches comme représentant le Tongrien et l'Aqui-

tanien ; et que M. Bertrand a attiré l'attention sur un *accident transversal* de « l'écaille » des Traverses se traduisant, près de Briançon, par un gondolement de l'Infralias (1).

Plusieurs de nos confrères ont tenu également à constater l'existence de gypses triasiques en contact avec l'Oligocène ; M. Depéret a découvert des bancs de gypse dans le Tongrien, et on a pu se convaincre qu'ils différaient absolument des gypses triasiques qui affleurent dans le voisinage.

Une très courte halte à Saint-Geniez permet ensuite de prendre congé des aimables habitants de cette localité, et c'est sans nous arrêter en chemin que nous regagnons Sisteron par la route suivie déjà le matin.

(1) M. Haug a, depuis lors, constaté qu'il y avait, près de Briançon, un petit étirement des couches, le long de l'anticlinal Théous-Prébalaire (v. Bull. Serv. Carte géol. de Fr., n° 53, p. 162, 1896). — Nous avons, en 1896, recueilli *Phyll. viator* à l'extrémité Est de ce bombement de Théous. L'étirement signalé par M. Haug est donc peu important. De plus, nous doutons qu'il soit en rapports avec l'accident de Briançon, dont il est séparé par une bande normale de schistes calloviens.

SUR L'OLIGOCÈNE DU RAVIN DU VANSON

PRÈS SAINT-GENIEZ (Basses-Alpes)

par MM. **Ch. DEPÉRET** et **G. SAYN.**

Nos savants confrères, MM. Kilian et Haug ont montré tout l'intérêt que présente la stratigraphie de la profonde vallée du Vanson, près St-Geniez (Basses-Alpes). Grâce à l'importance du ravinement, il est facile d'étudier en ce point le recouvrement des plis E.-O. du système de Lure par les plis N.-S. ou mieux par les écailles de la *zone* plus intérieure « *du Gapençais* », suivant l'heureuse expression de M. Kilian. Les terrains tertiaires, *oligocène* et *miocène* ont été affectés par ces importantes dislocations : aussi l'étude détaillée de ces terrains est-il le seul moyen que l'on possède de déterminer d'une manière précise l'âge des divers mouvements qui ont affecté cette région et amené ces étonnantes complications stratigraphiques.

Pendant que la plupart des membres de la Réunion allaient examiner de plus près le contact des deux systèmes de plis superposés, les auteurs de cette note, en compagnie de M. Douxami, ont préféré descendre dans le fond du ravin pour étudier de près l'*Oligocène*, qui se présente en discordance, comme l'a depuis longtemps indiqué M. Kilian, sur l'extrémité terminale de l'anticlinal nord de Lure, profondément raviné avant le dépôt de ce terrain.

Cet *Oligocène*, formé ici d'une épaisse série de poudingues, de marnes, de grès, et de calcaires lacustres, de teintes vives et bigarrées, où le rouge est la couleur dominante, a été désigné dans les Basses-Alpes par M. Haug sous le nom de « *Mollasse rouge* » et attribué en entier à l'*Aquitanien*, par analogie avec les couches désignées sous ce nom par les géologues suisses. Nous ne saurions trop nous élever contre l'introduction de terme qui, dans la vallée du Rhône, ne peut s'appliquer à un niveau déterminé, mais simplement à un facies qui se retrouve à cinq ou six places différentes dans la série tertiaire continentale depuis l'Eocène inférieur jusqu'au Miocène supérieur.

En ce qui concerne spécialement le ravin du Vanson, l'étude, malheureusement trop rapide, qui a pu être faite pendant l'excursion de la Société, a suffi néanmoins à nous montrer que l'Oligocène de ce ravin ne correspond à l'Aquitanien que pour sa partie tout à fait supérieure (cet étage y est même fort incomplet) et que l'on doit attribuer le reste de la série lacustre au *Tongrien* et peut-être même encore à des niveaux plus inférieurs de l'Oligocène. Ces conclusions résultent des observations suivantes (fig. 1).

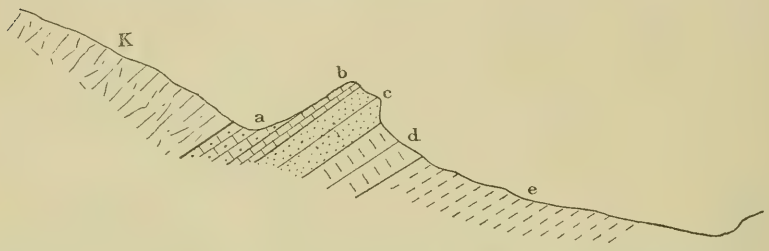


Fig. 1. — *k*, Gypse du Keuper ; *a*, Aquitanien ; *b*, Tongrien supérieur ; *c-d*, Gypse tongrien ; *e*, Couches rouges de l'Oligocène inférieur.

Les gypses du Trias supérieur (*k*) forment une masse puissante qui vient recouvrir par refoulement, et en concordance apparente, les couches lacustres oligocènes. Au-dessous du Keuper on observe de haut en bas :

Aquitanien inférieur

a. Calcaires lacustres durs, gris-foncé ou noirs avec : *Planorbis cornu* Brg ; Limnées étirées, indéterminables.

Tongrien supérieur

b. Calcaires durs, gris, en plaquettes : *Hydrobia Dubuissoni* Bouillet.

Tongrien moyen

c. Bancs gréseux, mollassoïdes.

d. Gypse cristallisé, bien différent d'aspect du gypse triasique qui est grenu et compact.

(?) Tongrien inférieur et (?) Eocène supérieur

e. Puissante série de limons et de marnes rouges, alternent avec des bancs de poudingues. Dans l'un des bancs de marnolithes rouges de la tranchée de la route, nous avons recueilli un certain nombre d'*Helix* indéterminable.

Le temps a manqué pour étudier en détail les couches sous-jacentes au gypse tertiaire, de sorte que l'âge de cette série inférieure doit être réservé. Mais l'attribution du gypse (*d*) au niveau moyen du Tongrien n'est pas douteuse par comparaison avec les gypses de Gargas et du Revest-des-Brousses qui occupent ce niveau gypsifère si constant dans les bassins oligocènes du Sud-Est. Cette attribution est confirmée par la superposition à ce gypse des calcaires en plaquettes à *Hydrobia Dubuissoni* (*b*), facies constant du Tongrien supérieur de la région. Enfin les calcaires d'eau douce à *Planorbis cornu* (*a*), attestant la dessalure définitive de la lagune oligocène, représentant sans aucun doute la base de l'Aquitanien, étage très incomplet en ce point.

Bien que les couches oligocènes du Vanson appellent encore, comme on le voit par cette courte note, des observations plus détaillées et plus précises, nous pensons pouvoir formuler sans hésitation la conclusion stratigraphique suivante : L'âge des plis E. O. du système de Lure et des dislocations concomitantes n'est pas *antéaquitanien*, comme cela a été indiqué à diverses reprises, mais *antéoligocène*, dans le sens large de ce mot, ce qui rapproche singulièrement l'*âge de ces mouvements de l'âge du mouvement principal des Pyrénées*. Il ne faut pas du reste oublier que ces plis ont été accentués ensuite, comme l'a montré M. Kilian, par les mouvements alpins post-miocènes.

M. **Leenhardt** attire l'attention de la Société sur ce fait qu'à Chardavon les couches bréchoïdes du Berriasien renferment des silex en morceaux isolés, à surfaces plus ou moins altérées, engagés dans le ciment jaune clair qui empâte les rognons ou nodules caractéristiques de ces couches et parmi lesquels on a trouvé des fragments d'Ammonites. M. Leenhardt rappelle qu'il a fait remarquer un de ces silex, *en place*, qui présentait une surface de cassure très nette, altérée comme le reste du pourtour du silex et très évidemment antérieure à la formation des couches dans lesquelles il est engagé.

M. Leenhardt rapproche ce fait de cet autre, qu'à Chardavon le Tithonique renferme pas mal de couches avec silex, tandis que dans les régions voisines, à l'Ouest, par exemple, où il en renferme rarement, les couches bréchoïdes du Berriasien ne présentent pas non plus de ces silex isolés au milieu des nodules.

M. Leenhardt rappelle enfin l'observation qu'il a fait connaître dans le Bulletin des Services de la Carte, N° 38, et d'après laquelle

il a rencontré sur plusieurs points de la Drôme et des Basses-Alpes, dans les couches bréchoïdes du Berriasien, des *fossiles tithoniques*, toujours fragmentaires, tantôt noduliformes et corrodés, tantôt suffisamment conservés, mêlés et confondus avec les nodules ordinaires de ces couches et noyés dans la même pâte. Ces masses lenticulaires à fossiles tithoniques remaniés s'intercalent à différents niveaux du Berriasien et jusque dans sa partie la plus élevée, au milieu de couches marneuses et au contact des marnes à *Ammonites ferrugineuses* du Valanginien. Jusqu'ici ces couches n'ont été reconnues, comme à Chardavon, que sur le bord de grands anticlinaux.

M. Leenhardt conclut de ces différentes observations que les couches bréchoïdes du Berriasien, quelque problématique que puisse être encore leur mode de formation, renferment des éléments *remaniés*, empruntés aux couches tithoniques avec lesquelles elles paraissent d'ailleurs parfaitement concordantes.

M. **Haug** fait remarquer qu'il a observé, la veille, dans les couches supérieures de l'*Aptien* inférieur, un gros silex zoné dont les zones étaient obliques à la stratification, ce qui indique manifestement un charriage et que plusieurs membres ont remarqué l'analogie de cette formation bréchiforme avec celles du Tithonique supérieur et du Berriasien.

M. **Collot** a observé dans ces couches bréchoïdes que le calcaire des rognons a une pâte dure lithographique avec une teinte gris sombre, bien différente de celle du ciment qui est blanc, crayeux et marneux.

M. **Kilian** constate que, dans toutes ces soi-disant brèches, tous les éléments qui diffèrent du ciment sont *semblables entre eux*. On y chercherait vainement un seul fragment différant sensiblement des autres.

De plus, au Claps de Luc dans le Diois (Pont-de-la-Roche) et en plusieurs autres points de la région delphino-provençale, on peut voir le ciment devenir tendre ; les rognons se dégagent de la pâte et montrent alors des formes *branchues* écartant l'idée d'un charriage lointain. Pour M. Kilian, ces formations qui se retrouvent à plusieurs niveaux du Jurassique et du Crétacé, ne sont pas de véritables brèches ; elles sont dues à un *processus de sédimentation*.

M. **Sayn** fait remarquer qu'au Claps de Luc, il n'y a que peu de fossiles remaniés.

M. **Kilian** fait observer que cette question exigerait des recherches minutieuses et spéciales qui, jusqu'à présent, ne semblent pas avoir été faites et qu'il serait désirable de voir entreprises le plus tôt possible. Des hésitations de M. Leenhardt et des faits signalés par ce savant, on peut néanmoins conclure très nettement à l'existence d'une faune dite « berriasienne », bien distincte de la faune du Tithonique supérieur. Si ces faunes n'étaient pas distinctes, on ne pourrait pas, en effet, prétendre reconnaître dans le Berriasien des formes tithoniques *remaniées*.

M. Kilian est heureux de voir s'affirmer de plus en plus cette conclusion qu'il défend depuis longtemps et qui a été si vivement contestée par M. Toucas.

SUR LA

FAUNE DES MARNES VALANGINIENNES A FOSSILES PYRITEUX

DU SUD-EST DE LA FRANCE

par M. **G. SAYN.**

L'étude de la faune des marnes valanginiennes à *Hoplites Roubaudi,* que nous venons de terminer en vue d'une révision paléontologique détaillée, nous a donné quelques résultats intéressants dont voici les principaux :

1° La faune des marnes valanginiennes comprend un bon nombre d'espèces qui ont fait leur apparition dès le Tithonique, ce sont, en particulier :

Lytoceras quadrisulcatum d'Orb., sp.
Phylloceras semisulcatum d'Orb., sp.
— cf. *serum* Oppel, sp.
— *Calypso* d'Orb., sp. (= *Ph. silesiacum*).
Haploceras leiosoma Oppel.
Oppelia folgariaca Oppel.
— *zonaria* Oppel.
Simoceras diense (1) Sayn.
Hoplites chomeracensis Toucas.
— cf. *Boissieri* Pictet, sp.

2° De plus, un certain nombre de formes valanginiennes sont très voisines de formes tithoniques et paraissent en être de simples mutations; ce sont, en particulier, des *Hoplites,* par exemple : *Hopl. neocomiensis*, très voisin de *Hopl. occitanicus* et *Hopl. asperrimus*, apparenté de près à *Hopl. Köllikeri.*

3° Les rapports de la faune valanginienne avec celle de la zone à *Hopl. Boissieri* paraissent plus étroits encore : c'est ainsi que les *Holcostephanus* du groupe *Astieri* et les *Hoplites* du groupe *Thurmanni*, si bien développés dans le Valanginien, paraissent faire leur première apparition dans la zone à *Hopl. Boissieri* (le Faurie, la Charce, etc.), mais ces rapports ne pourront être précisés que lorsque nous aurons une étude approfondie des Ammonites de la

(1) J'ai pu m'assurer par l'examen des types originaux que le *Simoceras volanense* de Stramberg différait sensiblement du type du Tithonique inférieur et ne paraît pas, au contraire, pouvoir être distingué du *Simoceras diense.*

zone à *Hopl. Boissieri* des chaînes subalpines, étude qui n'a été faite que très sommairement jusqu'à ce jour.

Quoi qu'il en soit, il paraît y avoir eu, depuis le Tithonique jusqu'au Valanginien, plutôt une évolution lente et continue des espèces qu'un brusque apport de formes nouvelles comme au début du Barrêmien, par exemple.

4° Si, maintenant, nous considérons la faune des marnes valanginiennes au point de vue de la répartition géographique de ses éléments, nous constaterons quelques faits intéressants. L'abondance des *Phylloceras* et des *Lytoceras* indique bien nettement le caractère méridional, méditerranéen si l'on veut, de notre faune ; cependant la fréquence des *Hoplites*, dont certaines formes se retrouvent dans les argiles de Speeton ou dans le Hils, indique de larges communications avec les mers septentrionales, ces communications sont encore indiquées d'une façon plus accentuée par la présence, dans le Valanginien de la Drôme et des Hautes-Alpes, de tout un groupe de formes, allié de très près à des espèces du Jurassique supérieur ou du Néocomien boréal ; je veux parler des *Oxynoticeras* du groupe de *Oxyn. heteropleurum* et des *Holcostephanus* du sous-genre *Simbirskites* qui sont certainement des formes nettement septentrionales, le groupe même des *Holcostephanus utriculus* et *Holcost. Bachelardi* ne peut être rapproché, je crois, que d'une espèce du Hils du Hanôvre, *Holcostephanus nucleus* Kön., récemment figurée à nouveau par M. Struckmann.

A l'époque valanginienne, il existait donc de larges communications entre les mers septentrionales et le bassin méditerranéen.

5° Au point de vue purement paléontologique, nous noterons la première apparition du genre *Desmoceras* représenté par une espèce nouvelle, la présence de diverses espèces d'Oxynoticératidés (*s. l.*) et d'une forme au moins très voisine des *Neolobites*. La faune d'Ammonites des marnes valanginiennes est, du reste, beaucoup plus riche qu'on ne pourrait se le figurer, d'après les listes publiées jusqu'ici et qui ne comprennent guère que 25 espèces plus ou moins exactement déterminées ; mes recherches personnelles, en vue d'une monographie que j'espère publier à bref délai, me permettent d'affirmer que ce chiffre est trop faible de moitié et qu'il doit exister à notre niveau environ cinquante espèces d'Ammonites.

M. **Marcel Bertrand** fait une communication sur les plissements en dômes, puis l'allure des plis secondaires sur le bord des

grandes « écailles » alpines. Il montre que le petit accident du hameau de Briançon a probablement une signification et se continue peut-être vers l'Est par un anticlinal.

M. **Kilian** croit que l'importance de ce petit froissement, éminemment local, ne doit pas être exagérée.

M. **Zürcher** donne quelques explications sur le pli de Cousson-Courbons, dont vient de parler M. M. Bertrand, et indique que ce pli se continue vers le Sud par le pli des Dourbes qui suit la vallée de l'Asse entre Chabrières et Norante et vient se terminer vers Barrême. Il dit qu'à son avis le chevauchement de ce pli, au droit de la région que la Société a visitée à Saint-Geniez, est très considérable, à en juger par les îlots de recouvrement observés par M. Haug vers le Nord, ainsi que par les témoins du flanc renversé qui se rencontrent dans le massif de Courbons. Si en certains points les apparences sont défavorables à un chevauchement important, cela peut être attribué à des mouvements subséquents, qui, comme au Beausset et aux environs de Toulon, ont modifié l'allure, d'abord presque horizontale, de la surface du contact anormal.

Les accidents qui s'étendent dans l'Ouest de cette masse de recouvrement, s'ils affectent la forme de lignes fortement sinueuses, sont, d'après ce qu'il a pu déduire des documents qu'il a eus sous les yeux, le résultat de raccordements entre des plis E.-O. produits par le même effort de striction que les plis de la région de Lure avec des accidents de même direction que le grand pli à peu près N.-S. dont il vient de parler.

M. **Haug** se range à l'avis de M. Zürcher pour admettre que c'est un des plis transversaux de Lure qui a motivé le petit accident local remarqué à Briançon, près de St-Geniez, par M. Bertrand.

Des observations sont échangées à ce sujet entre MM. **Bertrand, Haug, Kilian** et **Leenhardt**.

M. **V. Paquier** signale à la Société la présence d'*Horiopleura* et de *Polyconites* dans une faune de Rudistes communiqués à lui par M. **J. Almera,** de Barcelone, qui cite, associés à ces formes, des espèces urgoniennes telles que *Requienia ammonia* Gold. sp. et *Toucasia carinata* Math. sp. Ces fossiles proviennent de l'Aptien inférieur de Catalogne.

En outre, M. Paquier a rencontré dans l'Urgonien de Châteauneuf-du Rhône des *Caprinidés* nettement reconnaissables à la disposition de leur appareil myophore et cardinal et surtout à leurs canaux.

Le Président fait ressortir le grand intérêt de cette découverte et il invite M. Paquier à donner quelques détails sur la coupe de Châteauneuf, afin qu'il ne puisse subsister aucun doute dans l'esprit de nos confrères sur l'attribution au Crétacé inférieur des couches à Caprinidés de Châteauneuf.

M. **Paquier** trace au tableau le profil demandé,

L'ordre du jour étant épuisé, le Président lève la séance à dix heures et quart.

Séance du vendredi 20 Septembre 1895, à Banon

PRÉSIDENCE DE M. KILIAN

La séance est ouverte à huit heures et demie du soir dans la salle de la mairie de Banon.

Le Président remercie M. le Maire de Banon qui a bien voulu mettre la salle de la mairie à la disposition de la Société et l'invite à prendre place au bureau.

Il dépose ensuite un mémoire de l'abbé **J. Almera** : *Sur les terrains crétacés de la région de Barcelone.*

COMPTE-RENDU DES EXCURSIONS DU 20 SEPTEMBRE

A FORCALQUIER, St-ÉTIENNE-LES-ORGUES ET BANON

par M. **W. KILIAN.**

Départ en chemin de fer à 5 h. 26 pour Forcalquier. De Forcalquier, en voiture, à Saint-Etienne-les-Orgues, avec arrêts (Direction de MM. Depéret et Kilian pour le Tertiaire).

Tectonique : Versant sud de Lure, synclinal de Forcalquier.

Stratigraphie : Vue sur les terrasses de la Durance, notamment sur la terrasse pliocène de Volonne. — Vue des Pyramides des Mées, sculptées par l'érosion dans le conglomérat du Miocène supérieur (Pontique).

Coupe normale, de l'Helvétien à l'Aptien inférieur, avec gisements fossilifères dans le Burdigalien, l'Aquitanien et le Cénomanien inférieur.

Consulter la Feuille Forcalquier de la Carte géol. de France et sa notice explicative. — *Descr. géol. de la Montagne de Lure*, p. 297, fig. 34.

Déjeuner à Saint-Etienne.

L'après-midi, en voiture, de Saint-Etienne à Banon avec arrêts.

Tectonique : Champ de fractures de Banon ; failles multiples à la Chapelière. Ongles, la Bastide, Le Largue, etc.

Stratigraphie : Passage des calcaires à silex de l'Aptien inférieur au facies à débris et au facies urgonien. Aptien supérieur fossilifère. Gault d'Ongles. Grès susaptien.

V. Carte du Champ de Fractures de Banon (*in Descr. géol. de la Montagne de Lure*, pl. B.).

Coucher à Banon. — Séance le soir.

Partie en chemin de fer de Sisteron, la Société a descendu le cours de la Durance jusqu'à Volx et a pu constater la continuation des différentes terrasses fluvioglaciaires (Peipin, St-Auban, etc.), apercevoir à Volonne des témoins de la *terrasse pliocène* (v. plus haut) qui forme sur la rive gauche de la Durance, de petits *plateaux* bien nets au quartier des Rouvières, à plus de 200m au-dessus du Thalweg actuel.

Nos confrères ont pu se rendre compte également du plongement général des assises vers le S. et le S.-E., puis voir le Miocène devenir horizontal et examiner les *pyramides des Mées*, sortes de murs verticaux constitués par le poudingue pontique entamé par l'érosion torrentielle. Des observations, faites en commun, avec

M. Zürcher, ont montré à M. Kilian que la production de ces singuliers témoins pouvait s'expliquer aisément par la présence de couches meubles dans la partie supérieure de la colline à laquelle elles sont adossées. Une série de petits torrents, servant d'écoulement aux eaux de ruissellement, se sont creusé des *bassins de réception* minuscules dans ces assises tendres (également miocènes) qui couronnaient la butte des Mées ; les parties rétrécies ou *couloirs* de ces ruisselets s'établirent un peu plus bas, sur les flancs du coteau, et ne tardèrent pas à en entamer un peu les poudingues fortement cimentés en ces points. C'est un recul progressif de ces bassins de réception qui a eu pour conséquence l'approfondissement exagéré des couloirs parallèles : les parties mitoyennes ont fini par prendre la forme de véritables *murs*. C'est un bel exemple d'*érosion régressive*.

Puis on a remarqué, en le traversant après la station de Volx, l'anticlinal urgonien à noyau barrêmien de Volx, suite et réapparition vers le N.-E. de l'axe du Luberon, qui est ici *dévié* de sa direction E.-O., de manière à *converger* avec les plis alpins proprement dits.

A Forcalquier, la Société est montée au sommet de la ville, à la Chapelle dont on découvre un admirable panorama. De ce belvédère, nous avons résumé les principaux caractères géographiques et géologiques du pays ; nos confrères ont pu se rendre compte que Forcalquier est située dans un vaste synclinal tertiaire asymétrique, limité au Nord par la Montagne de Lure et, au Sud, plus brusquement, par l'anticlinal du mont Luberon.

M. Depéret a ajouté d'intéressantes indications sur la composition des terrains tertiaires du bassin de Forcalquier, qu'il a récemment parcourus et nous a montré les lignes d'affleurement des principales assises se détachant nettement dans le modelé topographique de la contrée.

Malheureusement, la brume nous empêche d'apercevoir à l'horizon la chaîne des Alpes, d'habitude nettement visible de ce point.

La Société est ensuite partie en voiture pour Fontienne en traversant les différentes assises tertiaires sur lesquelles M. Depéret lui a donné d'intéressants détails : près de la ville la Mollasse calcaire (1) du Burdigalien à *Pecten subbenedictus* Font., *P. restitutensis* Font., *Ostrea Boblayei* Desh., et plaques avec de nombreuses *Astéries*, puis les marnes à *Exogyra Sellei* Tourn. du Burdigalien inférieur, toute

(1) V. les travaux de Tournouër et la liste des fossiles de cette mollasse donnée dans notre Descr. de Lure, p. 322.

la série des calcaires lacustres de l'Aquitanien (*Cyclostoma antiquum*, etc.), avec les accidents curieux de « Lei Moure » dus à l'érosion locale ; près de Fontienne, le Tongrien à l'état de calcaire en plaquettes.

A Fontienne, la Société a été aimablement accueillie par M. de Selle qui nous a invités à visiter ses collections et à emporter comme souvenirs de curieux échantillons de Poissons et de *Potamides* préparés à notre intention. Quittant ensuite le château de Fontienne, la Société s'est rendue dans une auberge du village où l'attendaient des rafraîchissements offerts par M. de Selle à ses confrères.

La route traverse ensuite le conglomérat de l'Eocène contenant des échantillons remaniés d'*Exogyra columba*. Arrivée dans une nouvelle dépression E.-O. correspondant à l'affleurement de couches plus tendres et formant une bordure aux croupes dénudées de Lure, la Société a visité ensuite, au quartier de Truyas, un gisement du Cénomanien inférieur à *Schloenbachia inflata* (*rostrata*) accompagnée d'une faune dont les éléments ont été réunis jadis par Henri Tardieu et caractérisent le Vraconnien (*Turrilites Puzosi*, *Schloenbachia inflata*, *Desmoceras Mayori*, etc.). A ce propos, nous ferons remarquer que ce Vraconnien possède tous les caractères d'une assise de passage et mérite d'être scrupuleusement étudié. Dans le Midi, il nous a semblé que cette assise, assimilée à la Gaize, que les uns rattachent au Cénomanien, tandis que d'autres se plaisent à l'assimiler au Gault, se décompose, dans le massif de Lure, en deux niveaux fossilifères contenant tous deux *Schloenb. inflata* et *Mayori*, mais dont l'inférieur ne renferme pas de formes franchement cénomaniennes, tandis que le plus élevé fournit déjà des Céphalopodes d'un type plus récent (*Hopl. falcatus*, *Schloenb. varians*), et présente plus spécialement la faune de la Gaize du bassin de Paris et de l'Upper Greensand.

Du Truyas, la route, montant légèrement vers le Nord, nous conduit à Saint-Etienne-les-Orgues, situé en partie sur les grès albiens et en partie sur l'Aptien, au pied des vastes pentes calcaires de Lure.

Après le déjeuner, servi par l'hôtel Bouillot, à St-Etienne-les-Orgues, la Société suit la route de Banon qui se trouve à la limite de l'Aptien et du Gault.

Aux Graves les calcaires à gros silex de l'Aptien inférieur à *Acanthoceras* (*Ac. Stobiesckii*, *Ac. Albrechti Austriae*), *Hoplites Deshayesi* (*consobrinus*), *Ancyloceras Matheroni* et *Plicatula placunea* fournissent quelques jolis fossiles aux membres de la Société ;

ils représentent le niveau des marnes à Plicatules du bassin de Paris et sont recouverts par un horizon de calcaires bis à plaquettes, à taches ferrugineuses (*Horizon des Graves*), qui contiennent déjà à coté de *Toxaster* (*Echinospatagus*) *Collegnoi*, de nombreux Brachiopodes et de *Pecten cottaldinus*, les Céphalopodes de l'Aptien supérieur (*Hoplites furcatus* (*Dufrenoyi*), etc.).

Ce niveau des Graves est donc problablement un *facies calcaire de la base du Gargasien* (Aptien supérieur) et présente à ce titre un certain intérêt.

Au-dessus existent les marnes aptiennes (*Bel. semicanaliculatus*), réduites et parfois même complètement enlevées par l'érosion, puis en transgression, les grès sus-aptiens (Gault). Ce dernier terrain, très glauconieux et assez fossilifère, est étudié à la chapelle d'Ongles. (*Echinoconus castanea*, *Cidaris Berthelini* Cott., *Rhynch. Clementina*, *Bel. minimus*, *Desm. Mayori*).

Le but de l'excursion est, à partir d'à présent, de constater et de suivre la transformation graduelle vers l'Ouest de l'Aptien inférieur, encore calcaire et ne contenant que des Céphalopodes à St-Etienne-les-Orgues, en calcaires récifaux de plus en plus caractérisés, et enfin à Simiane, en calcaires urgoniens à Requienies.

C'est dans la gorge d'Ongles, traversée par la route de St-Etienne à Banon, que se montrent les premiers indices du facies coralligène. Après avoir dépassé la Chapellière, l'on voit les bancs à taches bleues et silex, immédiatement inférieurs aux plaquettes des Graves à *Acanth. Martini*, prendre un aspect saccharoïde. En même temps les rochers formés par ces calcaires montrent les formes en grottes et bastions, les *Baumes*, caractéristiques des calcaires coralligènes. On y remarque de gros silex bleuâtres et le seul fossile que nous ayons pu y découvrir est *Plicatula placunea* en échantillons très reconnaissable. Grâce aux tranchées de la route, il est très aisé d'observer ces dépôts, et on relève la coupe suivante (de haut en bas) :

3. Calcaire bis, en plaquettes, à concrétions ferrugineuses (calcaire des Graves). *Acanth. Martini*, *Rhynchonella Gibbsi*.

2. Calcaire compact en gros bancs, *Hopl. Deshayesi* (*consobrinus*), et Bivalves indéterminables.

1. Calcaire bleuâtre à rognons à silex, en assises puissantes ; on note par places des nids de *calcaire oolithique* blanc, d'aspect coralligène.

A droite du ruisseau, les couches oolithiques s'écaillent sous l'influence des agents atmosphériques et donnent ainsi naissance à des sortes d'abris que surplombent les bancs plus durs.

De petits bancs schisteux de couleur bleuâtre séparent les bancs à certains niveaux : *Plicatula placunea*.

Ces derniers calcaires (n° 1) sont encore bien supérieurs au Barrèmien qui n'affleure que beaucoup plus au Nord, au-delà de Saumane.

Un peu plus loin, à la Bastie, le calcaire coralligène affleure le long de la route et forme, de chaque côté d'un pont, des rochers massifs qui attirent l'attention. Ce massif est compris entre deux failles et va plonger régulièrement au Nord, sous les Grès verts. On remarque ici que la partie supérieure de l'assise calcaire montre des plaquettes schistoïdes. Si l'on suit, vers le hameau des Crottes, le calcaire de la Bastie, on peut recueillir à quelques centaines de mètres de la route et au-dessous de la Chapelle d'Ongles, dans des calcaires grenus et limoniteux qui le recouvrent : *Acanth. Martini* et *Rhynch. Gibbsi.*

Des rochers ruiniformes de même nature barrent, un peu au Sud-Est de la Bastie, la route de Limans.

Fig. 1. — Coupe du champ de fractures de Banon, entre Les Valettes et Montsalier, par Le Largue.

O. E.

Calavon R. — La Baon — Route d'Apt — Mon. de Vent — Tuilerie — 870 m — Le Largue 627 m — 798 m — Gis t Fossilifère de la Chte Ongles — Les Crottes — La Lyre — La Fontaine — Yeux Ongles — Les Valettes

a. Alluvions.
c1. Grès verts } Gault.
Gv. Id. }
cVI. Marnes aptiennes.
c^b_{VI}. Marnes aptiennes à *Bel. semicanaliculatus.*
c^a_{VI}. Marnes aptiennes à *Am. Nisus, furcatus (Dufrenoyi)*, etc.
c^b_V. Calcaires de l'Aptien inférieur *Am. Deshayesi, Stobieschii*, etc.).
cv. Calc. à *Requienies*, calc. à silex et calc. coralligènes.
F | Failles.

Dans le champ de fractures de Banon, les calcaires coralligènes, supérieurs au Barrèmien à *Desm. difficile* (qu'ils surmontent nettement entre Banon et

Redortiers), constituent une série d'arêtes rocheuses et boisées, séparées, ainsi que l'avait déjà remarqué Scipion Gras, par des dépressions qu'occupent les Grès verts.

Telles sont les collines des Bourbons, du Largue, des Plaines, la crête de Combe-de-Gauchy, le Rocher-de-Lagas, les coteaux du Calavon, du Fayet, du Coulet, etc.

Dans une tranchée de la route d'Ongles à Banon, entre la Bastie et le Largue, on voit de haut en bas :

3. Calcaire grenu d'un blanc jaunâtre à *Hopl. Deshayesi* (*consobrinus*) (Horizon des Graves).
2. Calcaire blanc oolithique avec rognons de silex.
1. Calcaire bleu compact en gros bancs.

Une faille fait apparaître subitement les grès verts et interrompt la coupe.

La gorge que traverse la même route en approchant de Banon permet de vérifier encore la succession suivante (de haut en bas) :

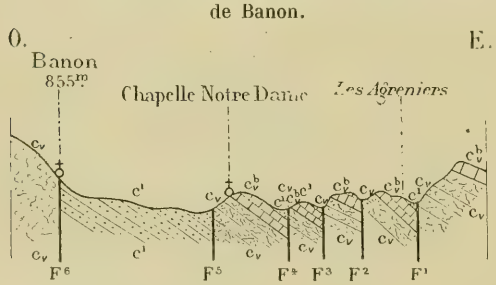
4. Calcaire en plaquettes, légèrement jaunâtre.
3. Calcaire oolithique à rognons de silex.
2. Calcaire gris compact à gros rognons de silex ; ces couches bien stratifiées sont séparées par des bancs jaunâtres ou blanchâtres ; les silex bleus ou noirâtres sont fréquemment branchus.

Ces assises, appartenant à l'Aptien inférieur, nous sont déjà connues par les affleurements de la route de Mallefougasse et du revers méridional de Lure ; elles bordent la route sur un assez long espace.

1. Calcaires compacts, bleuâtres, à surface rugueuse.

Au pied de la chapelle Notre-Dame, passe une faille qui ramène les couches supérieures au contact des calcaires compacts.

Fig. 2. — Coupe montrant les failles des environs N.-E. de Banon.



c_1. Grès verts (Gault).
c_v^b. Calcaires de l'Aptien inférieur.
c_v. Calc. à *Requienies*, calc. à silex et coralligènes.
F | Failles.

Tout en étudiant ces changements de facies, la Société constate avec intérêt l'existence de nombreuses *failles* mettant généralement en contact les calcaires aptiens avec les grès verts du Gault ou du Cénomanien. La fréquence des failles dans la région de Banon est tout à fait caractéris-

tique, on en suit le parcours sur la carte au 80 millième que nous en avons tracée en 1888. La figure ci-jointe (fig. 1) qui représente une coupe transversale de ce champ de fracture, donnera une bonne idée de la disposition de ces cassures dont les membres de la Société ont pu, dans plusieurs cas, toucher les bords, admirer les surfaces de frottement et examiner les brèches de failles (notamment à un contour de la route, entre Banon et le Largue).

Un dernier arrêt a permis d'étudier près du Largue, à droite de la chaussée, un lambeau de marnes aptiennes fossilifères (*Oppelia Nisus*, *Hopl. furcatus*, etc.), reposant sur les calcaires gris de l'horizon des Graves, et recouvertes par les Grès sus-aptiens. La partie supérieure de ces marnes ne renferme plus que *Bel. semicanaliculatus*, mut. *major*.

Mais le jour baisse et c'est au crépuscule que la Société passe devant la série de failles des Gondrans et qu'elle fait son entrée dans le vieux village de Banon, où, par les soins de M. le Maire, un nombre suffisant de chambres avaient été réservées pour assurer le repos à nos confrères après cette journée un peu longue.

M. **Sayn** fait remarquer, au sujet du compte-rendu de M. Kilian, que dans le Cénomanien inférieur des environs de St-Etienne on a recueilli *Lytoceras* cf. *Sacya* Forbes, espèce de l'Ootatoor-Group de l'Inde, c'est jusqu'à présent le seul *Lytoceras* connu du Cénomanien français.

M. **P. Lory** *fait une communication sur les plis anciens du Dévoluy et des régions voisines.*

Les mouvements orogéniques *antesénoniens*, découverts par Ch. Lory, ont eu une grande intensité : ils ont amené la formation de *conglomérats*, extrêmement puissants, près de Châtillon en Diois, où les ont d'abord signalés MM. P. Lory et Sayn, et qui *ravinent* les divers terrains, du Tithonique au Cénomanien. On rencontre, dans les synclinaux où la sédimentation a été continue, ces conglomérats intercalés dans les deux assises qui séparent le Cénomanien des lauzes campaniennes. Les plis de cette phase qui paraissent ainsi dater du début du Turonien, jouent le rôle principal dans la tectonique du massif de la Croix-Haute : la coupe des Aiguilles de Lus, par exemple, montre un synclinal et deux anticlinaux recouverts par le manteau sénonien à pendage uniforme. Ces plis crétacés sont le plus souvent E.-O. mais se coudent parfois de façon à devenir

N.-S.; il y a en outre des dômes et des cuvettes jouant un rôle important.

Des mouvements, mais moins étendus, ont affecté le Sénonien avant le dépôt du Nummulitique.

Le Président fait ressortir toute l'importance qu'a, pour la géologie des Alpes françaises, la découverte de M. P. Lory.

M. **M. Bertrand** fait observer que des phénomènes analogues ont été observés dans les Alpes-Orientales au moment du dépôt des couches de Gosau.

M. **Ficheur**, à la suite de l'intéressante communication de M. P. Lory, tient à constater l'analogie que présentent ces dépôts détritiques à la base du Crétacé supérieur avec les assises puissantes de poudingue ou de grès de la base du Sénonien, dans le massif de Bou-Thaleb (Algérie), signalés par lui à la Société dans une note de décembre 1892. La discordance avec érosion oblique de toute la série crétacée, du Cénomanien au Néocomien inférieur, indique un mouvement orogénique important avant le Sénonien; ce fait est général dans la majeure partie du Tell algérien, où le Sénonien est discordant sur les formations antérieures, et explique la transgression sénonienne, si importante dans les régions méditerranéennes.

Au sujet de la répartition des Céphalopodes dans les divers facies du Néocomien, que M. Kilian a indiquée dans une précédente communication, M. **Sayn** remarque que les faunes peuvent se mélanger dans les régions de contact. C'est ainsi que la faune barrêmienne, à mesure que l'on s'avance vers le Nord, prend des caractères hauteriviens par la prédominance des *Hoplites*. Il n'y a plus là l'*hiatus* paléontologique qui existe à la Montagne de Lure entre l'Hauterivien et le Barrêmien.

M. **Kilian** admet très bien ce mélange des éléments fauniques en certains points ; il doit même exister nécessairement là où l'on passe du facies franchement vaseux au facies littoral.

Il donne ensuite, sur la demande de M. Depéret, des explications sur les facies vaseux et les facies à Ostracées du Crétacé inférieur.

M. **Renevier** oppose à l'idée d'un apport de formes méridionales l'hypothèse de types littoraux et de types pélagiques parmi les Ammonites, et une autre cause de variation de la faune tenant à la

latitude : les faunes de Yorkshire et de la Russie, par exemple, ne se retrouvent pas plus au Sud.

M. **Kilian** fait remarquer que l'objection de M. Renevier touche à la question, encore très discutée, du genre de vie des *Ammonites*. Quant à l'influence de la latitude, elle ne suffit pas à rendre compte des faits que M. Kilian vient de signaler : présence *à la même latitude*, en Provence, de formes dites septentrionales et de formes réputées méridionales, *suivant les facies* des dépôts étudiés.

L'ordre du jour étant épuisé, la séance est levée à dix heures.

Séance du Dimanche 22 Septembre 1895, à Digne.

PRÉSIDENCE DE M. KILIAN, PUIS DE M. DE ROUVILLE

La séance est ouverte à cinq heures du soir, dans une salle de l'Hôtel Mistre, à Digne.

M. **Kilian** rappelle qu'il y a 23 ans, en 1872, sous la présidence de M. Hébert, la Société géologique tenait à Digne une session mémorable. Parmi les membres aujourd'hui réunis, trois seulement ont fait partie de la réunion de 1872, en particulier notre vénéré doyen, M. de Rouville, que M. Kilian invite à prendre place au fauteuil présidentiel.

M. **de Rouville** accepte avec émotion et remercie la Société en rappelant les noms des Hebert, des Lory, des Garnier, dont le souvenir est encore si vivant parmi nous.

COMPTE-RENDU DE L'EXCURSION DU 21 SEPTEMBRE

A SIMIANE ET A CARNIOL

par M. **W. KILIAN.**

(Pl. XVIII).

Départ à 7 heures du matin, en voiture, pour Simiane et Carniol.

Tectonique : Champ de fractures de Banon (suite), failles multiples à Banon, le Plan, la Baisse, Ribes-Vieilles, Carniol.

Stratigraphie : Calcaires barrêmiens supérieurs (calcaires bicolores), de Banon, Facies urgonien franc à Requienies de Simiane ; Gisement très fossilifère de l'Aptien supérieur au Plan-de-Montsalier ; transgression du Gault.

Déjeûner à midi à Carniol.

L'après-midi, visite des gisements aptiens de Carniol puis, en voiture, de Carniol à Forcalquier par le Revest-des-Brousses.

Tectonique : Failles multiples (Carniol, Piparoux, Val-Martine).

Stratigraphie : Gisements aptiens ; Cénomanien à *Patellina concava* et *Exogyra columba* de Saint-Laurent. Gypse tongrien du Revest. — Série oligocène et miocène.

Consulter : Feuille Forcalquier de la Carte géol. de France.

Dîner à Forcalquier.

La Société, avant de quitter Banon, a constaté dans une petite vallée latérale que le calcaire à silex de l'Aptien inférieur reposait bien, comme à Noyers, et malgré son augmentation d'épaisseur, sur le Barrêmien à l'état de calcaires bleus à chaux hydraulique (calcaires bicolores des géologues méridionaux).

M. Depéret découvre dans ces calcaires un échantillon très reconnaissable de *Nemausina neocomiensis* Dumas, fossile non encore signalé dans la contrée et si fréquent dans le Néocomien des environs de Nîmes. Ce corps problématique et curieux, décrit d'abord en 1833 par Frossard (1), puis en 1840 par Marcel de Serres (2) et enfin en 1876 par Emilien Dumas (3), a été considéré tour à tour comme un *Siphonaria*, puis comme un *Gastro-*

(1) Nîmes et ses environs à 20 lieues à la ronde. Edition de 1834, t. 1, p. 43.

(2) Description de quelques *Mollusques* nouveaux des terrains jurassiques et de la craie compacte inférieure du Midi de la France. *Ann. des sciences naturelles*. 2e série, Zool., t. XIV, p. 5, 1840.

(3) Statistique géologique, minéralogique, métallurgique et paléontologique du département du Gard, p. 326.

pode voisin du *Magiles* et baptisé du nom de *Nisea simplex*; mais actuellement on y voit les restes d'un *Polype hydraire*. Nous ferons remarquer que *Nemausina neocomiensis* n'existe jamais dans le type franchement vaseux du Barrêmien. Toutes les régions où on l'a cité (environs de Nîmes, Villeneuve-les-Avignon, Bouches-du-Rhône), appartiennent au type provençal du Barrêmien à *Hoplites cruasensis* et à *Spatangues*. Cette répartition indique pour l'animal dont le *Nemausina* représente les restes, un habitat particulier et sa prédilection pour certains fonds d'une nature toute spéciale.

La Société s'est ensuite dirigée vers le Sud ; la route s'écarte un peu de la grande faille de Banon et a permis de constater que les calcaires en plaquettes de l'*Aptien* inférieur renferment des *Orbitolines*. La *transformation latérale*, déjà observée hier, s'accentue donc de plus en plus.

A partir de Banon, le facies coralligène remplace bientôt tout à fait les calcaires à silex. Il est aisé de se rendre compte de ce fait en se dirigeant vers Montsalier ou vers Simiane, les bancs à silex alternent d'abord avec des couches saccharoïdes, parfois oolithiques, remplies de Foraminifères et de débris spathiques d'Echinodermes. Le village de Montsalier est bâti sur des rochers de calcaire saccharoïde massif qui appartiennent à cet horizon. Les bancs atteignent ici une notable épaisseur ; ils se poursuivent au Nord vers Redortiers, formant la croupe boisée du Crou-de-Banc, et, au Nord-Ouest vers le Revest-du-Bion, où certaines couches sont entièrement constituées par des débris d'Echinodermes (*Cidaris cornifera*) et de petites *Orbitolines*.

Après être sorti du village de Banon, on traverse, en se rendant à Simiane, là où les alentours de la route sont boisés, un affleurement de calcaire aptien (niveau des Graves) ; il repose là sur des dalles oolithiques de structure coralligène présentant des veinules de calcite et des parties saccharoïdes ; ces dalles sont pétries de débris de coquilles et méritent bien le nom de *calcaires à débris*. La roche rappelle en même temps vivement les calcaires coralligènes du Jura. Sous ces dalles, l'on voit apparaître, dans les tranchées de la route, des bancs plus épais d'une nature saccharoïde, traversés par des veines de calcite. Plus bas encore affleure une oolithe grossière, à ciment résistant, qui surmonte des calcaires compacts, d'un gris blanchâtre, à taches bleues. Les bancs, assez épais, renferment des silex noirs ou grisâtres. Quelques délits schistoïdes, de nature marneuse, se montrent à la base.

Puis on rencontre des calcaires à silex (niveau semblable à celui de Mallefougasse).

Toutes ces assises plongent vers-Sud-Est. En poursuivant son chemin vers Simiane, on peut, une fois de plus, se rendre compte de l'intercalation de niveaux oolithiques ou à débris dans la masse des calcaires à silex, lesquels, ici, comme près de Notre-Dame-de-Lure, passent vers le bas à des calcaires plus marneux à empreintes mécaniques. D'autres bancs se montrent imprégrés de silice et contiennent, aux alentours du Revest-du-Bion, de très jolis fossiles (*Acanth. Stobiesckii*, *Acanth. Martini*, *Ostrea aquila*). Du côté de Saint-Christol le calcaire prend une teinte jaunâtre, il contient des silex qui couvrent tout le plateau ; dans le voisinage du Revest-du-Bion on remarque de grandes dalles grises. Cet ensemble va s'appuyer sur le Barrêmien vers la moitié supérieure de la pente de Lure.

Au Sud de Banon, le facies coralligène des calcaires à silex se présente avec plus de netteté encore et se substitue insensiblement et d'une manière complète à ces derniers. Si l'on suit la route de Banon à Vachères, un peu après la faille du Puy, on aperçoit des *calcaires à débris* qui se montrent avec un aspect plus caractéristique encore, ils sont accompagnés d'un calcaire à silex présentant une structure subsaccharoïde. Malgré les cassures qui sont nombreuses en ce point, il est facile de voir que les calcaires coralligènes « à débris » alternent avec des *oolithes blanches* et sont intercalés dans un massif de gros bancs calcaires, compacts, à rognons de silex et à taches bleues (Aptien inférieur). Nous avons trouvé dans ces couches un Oursin indéterminable. Les calcaires à débris renferment des Foraminifères.

Plusieurs *failles* très nettes, avec *miroir* et brèche de faille, ont été traversées ; quelques-unes, au lieu d'avoir isolé des bandes de Grès verts, limitent, comme au Plan de Montsalier, des affleurements des marnes aptiennes très fossilifères, avec *Oppelia Nisus*, *Hoplites crassicostatus*, *Phylloceras Guettardi*, etc., un grand nombre de petits Gastropodes et des Bivalves. L'Aptien présente ici la faune des environs d'Apt (type occidental). (Aux environs de Sisteron et vers Castellane, on a au contraire une faune différente (type oriental), pauvre en *Hoplites*, riches en *Lytoceras*, *Phylloceras* et *Desmoceras*). Au Plan de Montsalier, la Société fait une ample moisson de fossiles et recueille les principales espèces citées par nous de ce gisement (Montagne de Lure, p. 266 et suiv.), notamment : *Phyll.*

Guettardi d'Orb. sp., *Macroscaphites striatisulcatus* d'Orb. sp., *Phyll.* n. sp., *Hoplites furcatus* Sow. sp. (*Dufrenoyi*), *Acanthoceras Martini* d'Orb., *Ancyloceras* cf. *Matheroni* d'Orb., *Ptychoceras laeve* Math., etc.

Après une nouvelle série de failles, nous pénétrons dans la vaste plaine du Chapeau-Rouge dont le fond est formé par les marnes aptiennes et qui est à peu près complètement entourée par des failles. Nous la traversons pour atteindre sur son bord O. le pittoresque village de Simiane. Nous retrouvons dans la montée de Simiane le calcaire de l'Aptien inférieur, *qui est ici complètement récifal, crayeux et pétri de Requienies;* on a pu recueillir : *Requienia gryphoides*, *R. ammonia*, *Pecten Deshayesi*, et un énorme Polypier.

L'*Urgonien est donc ici nettement aptien ;* telle est la conclusion qui s'impose après ce que nous avons vu la veille et le matin même.

Ainsi à Simiane, les calcaires coralligènes, oolithiques, succharoïdes et à débris sont tellement bien caractérisés et si puissants, leur faune est si riche en Rudistes, qu'il est impossible de ne pas y reconnaître l'*Urgonien le plus typique*. Cet affleurement est situé, du reste, au pied des monts de Vaucluse, dont les calcaires à *Requienies* s'étendant jusqu'aux environs d'Apt et de la Fontaine de Vaucluse, ont toujours été considérés comme un des types de l'Urgonien classique, décrit par M. Leenhardt, tout près de Simiane, à Saint-Christol. L'Urgonien des monts de Vaucluse se relie, du reste, à celui d'Orgon même, par les affleurements du mont Luberon.

Notons que le substratum des calcaires à *Requienies* n'est pas visible à Simiane même, mais que leur continuation directe incontestable, les calcaires à silex et à débris du Revest-du-Bion, va recouvrir sur les flancs de Lure, à Ferrassières et aux Morrards, le Barrêmien supérieur à *Macroscaphites Yvani* le mieux caractérisé.

Le village de Simiane est construit sur le calcaire à *Requienies* qui forme tout à l'entour des rochers pittoresques. Sous l'église, la roche est blanche, très tendre et oolithique, se débitant en écailles perpendiculaires aux plans de stratification comme le font généralement les calcaires coralligènes. L'aspect des roches urgoniennes de Simiane rappelle beaucoup, en certains endroits, celui des bancs coralligènes jurassiques du Haut-Jura (Roche blanche près la Rixouse et Valfin) et de ceux des environs de Rougon (Basses-Alpes) (Georges du Verdon, entre Moustiers-Sainte-Marie et la Palud). Dans le bas du village, l'on peut voir très nettement les calcaires à *Requienies* (inclinés vers l'Est) disparaître sous quelques bancs de calcaire dur et compact, jaunâtre, en plaquettes. On recon-

naît là sans peine des calcaires aptiens des Graves. Cette assise, peu épaisse, est recouverte à son tour par des marnes à *Hopl. Dufrenoyi*, *Opp. Nisus*, *Belemnites semicanaliculatus* constituant la plaine que traverse la route de Banon. Il est facile de constater la présence de ces argiles qui ont été exploitées en plusieurs points.

L'Urgonien de Simiane nous a fourni :

Nerinea gigantea d'Hombre Firmas, sp.
Pecten Janira (*Deshayesi*) Math.
Requienia ammonia Goldf.
Matheronia gryphoides Math. sp.
Monopleura Coquandi Math.
Holaster cf. *intermedius* Ag.
Pygaulus depressus Ag.
Polypiers nombreux.

L'épaisseur visible du calcaire coralligène à Simiane est de 80 à 100 mètres.

On vient de voir, dans les courses qui ont précédé, les calcaires marneux de l'Aptien inférieur devenir de plus en plus épais, de plus en plus grenus et cristallins à mesure que l'on se dirigeait de Sisteron vers le Sud-Ouest ; les observations que l'on vient de lire démontrent avec évidence qu'en continuant dans la même direction, on constate qu'à partir de Saint-Etienne-les-Orgues, des niveaux oolithiques et coralligènes viennent s'intercaler dans la moitié inférieure des calcaires à silex de l'Aptien inférieur (Ongles, La Bastie, etc.), laissant intacts, au sommet, les calcaires bis à *Acanth. Martini*, *Hopl. Deshayesi* et *Rhynchonella Gibbsi* (calcaire des Graves).

Au-delà de Banon, vers le Revest-du-Bion et Carniol, ce sont des calcaires à débris d'Echinides (*Cidaris cornifera*) et à *Orbitolines*, qui accompagnent les oolithes et tendent de plus en plus à remplacer les calcaires à silex. Ils envahissent même parfois le niveau supérieur (ou des Graves) entre le Grand Tourtous et Carniol, (Petit-Piparoux, etc.), et supportent alors directement les marnes de Gargas ou, lorsque celles ont été enlevées par l'érosion, les Grès verts. Enfin à Simiane, la transformation est complète, sauf quelques petits bancs, restes insignifiants du calcaire des Graves, qui existent encore à la partie supérieure (Gouette), les calcaires à silex et à faune de la Bedoule ont fait place au système puissant de calcaire à *Requienia ammonia* que nous venons de décrire.

Nous sommes en droit de conclure de ces considérations que les calcaires coralligènes à *Requienies* de Simiane ne sont autre chose qu'une modification latérale de l'Aptien inférieur à *Ancyloceras Matheroni* et *Hopl. Deshayesi* (*consobrinus*).

Ajoutons que pour nous, il n'y a pas de discordance entre les calcaires à débris (ou les calcaires à silex) et les marnes aptiennes ; seulement, ces marnes ont été plus ou moins entamées et même souvent entièrement enlevées par l'érosion albienne, ce que confirment du reste les brèches à *Bel. semicanaliculatus* et les grumeaux de marnes aptiennes qui se rencontrent à la base des Grès verts, là où l'épaisseur de ces marnes se trouve réduite.

En résumé, nous avons à considérer comme démontrées les propositions suivantes :

1° Partout où nous avons pu voir le substratum des formations coralligènes, il était formé par le Barrêmien supérieur ;

2° Ces dépôts sont recouverts par les marnes aptiennes ou, lorsque celles-ci ont été enlevées, par les Grès verts ;

3° Ils occupent donc le niveau exact de l'Aptien inférieur auquel ils passent latéralement. Dans certains points, ils présentent en effet à leur partie supérieure un reste aminci des bancs à faune aptienne (*Acanth. Martini*, *Hopl. Deshayesi* (*consobrinus*), *Acanth. Stobiesckii*, *Plicatula placunea*, *Ostrea aquila ;*

4° D'autre part, il est un fait certain, c'est que dans le Nord et l'Est de notre champ d'études, partie où les calcaires coralligènes font entièrement défaut et où l'Aptien inférieur est représenté par des calcaires à *Hopl. Deshayesi* (*consobrinus*), il n'existe pas de lacune ni aucune trace d'arrêt de sédimentation ou d'émersion entre les calcaires *Desm. difficile* et les *Marnes aptiennes.*

Les membres de la Réunion ont parcouru ensuite les ruelles du vieux village de Simiane, dont ils ont pu admirer l'antique rotonde et photographier le château. Après un dernier coup d'œil sur le panorama bien méridional dont on jouit de la terrasse du vieux Simiane, on remonte en voiture pour se diriger vers Carniol.

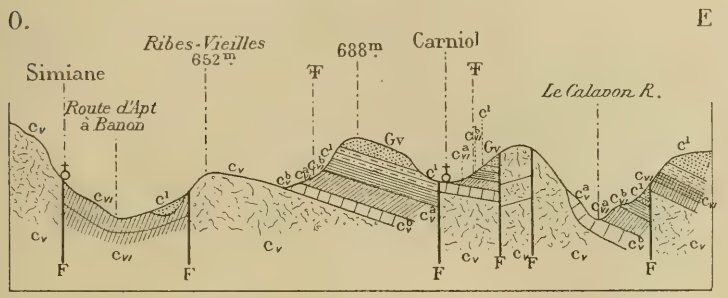
Ce village est situé sur un plateau de calcaires urgoniens (aptiens inférieurs), séparés de Simiane par plusieurs failles. Des marnes aptiennes, d'une richesse *prodigieuse* en fossiles pyriteux, couronnées de grès albiens (v. Pl. XVIII, fig. 1. Sur cette planche, c^{1-3} désignent les Grès verts, $c_{,}$ les Marnes aptiennes et $c_{,,}$ les Calcaires), forment sur ce plateau une série de monticules.

La Société recueille de très nombreux fossiles dans ces marnes aptiennes. Les *Phylloceras* et *Lytoceras* y sont encore moins nombreux qu'à Montsalier ; quelques-uns de nos confrères ont recueilli, au sommet des marnes, *Belemnites semicanaliculatus* mutatio *major ;* au-dessus se trouvaient les Grès sus-aptiens, présentant la « *décom-*

position en boules », si caractéristique (v. Pl. XVIII, fig. 2). A la limite des deux étages, M. Collot a constaté l'existence de la *brèche à nodules phosphatés*, décrite en 1888 par M. Kilian, à Piparoux.

En descendant de Carniol la Société a retrouvé, sous les marnes aptiennes, l'*horizon des Graves*, étudié la veille à Saint-Etienne, calcaire en plaquettes gris jaunâtre, surmontant l'Urgonien qui a ici définitivement pris la place des calcaires à silex (Aptien inférieur). Plus loin, près de Piparoux, on a pu voir la *brèche du Gault*

Fig. 1. — Coupe de Simiane à Piparoux.



c1 et Gv. Grès verts (Gault).

c_{VI}. Marnes aptiennes. { c^b_{VI}. à *Belemnites semicanaliculatus*. c^a_{VI}. à *Oppelia Nisus*.

c^b_V. Calcaires de l'Aptien inférieur

cv. Calcaire à *Requienies*, calcaires à silex et calcaires coralligènes.

F. Faille.

∓. Gisement fossilifère.

très nette, avec grumeaux de marnes aptiennes et fragments de *Bel. semicanaliculatus* remaniées. Une petite *faille* permet de voir deux fois les marnes aptiennes ; au second affleurement la brèche se trouve remplacée par un petit lit ferrugineux ; ces faits montrent bien que cette brèche n'est qu'une formation localisée à la base de l'étage *transgressif* des grès sus-aptiens.

Enfin on a visité le Cénomanien du St-Laurent, plus complet qu'à St-Etienne-les-Orgues : les couches à *Orbitolina* (*Patellina*) *concava*, et *Exogyra columba* existent là en place ainsi que des bancs calcaires avec *Trigonia* du niveau du Mans et des Ammonites (*Schl. varians*, etc.) ; c'est un facies qui affecte la partie supérieure du Rhotomagien. On y a recueilli il y a quelques années des *Ichthyosarcolites*.

La Société est ensuite revenue à Forcalquier en traversant, sans

s'arrêter, la série tertiaire, semblable à celle qui a été étudiée la veille près de Forcalquier. Près de Revest-des-Brousses (Revest-des-Dames), on peut apercevoir les *gypses tongriens*, limités par une petite faille locale. Nous rappelons à cette occasion que l'Oligocène a fourni non loin de là, à Céreste, des vertèbres intéressants, notamment : *Anthrocotherium magnum*, *Anth. minimum*, *Palæochœrus*, Crocodiles. Les éléments de cette faune qui rappellent celle de Ronzon ont été remis par nous à M. Depéret et sont conservés à la Faculté des sciences de Lyon.

Le programme de la Réunion ayant été limité à dix jours par une décision du Conseil de la Société, aucune journée complète de repos n'ayant été prévue, et le besoin s'en faisant sentir, les membres présents adoptent à l'unanimité la proposition que nous leur faisons de renoncer à la course facultative du lendemain (ascension de Lure), tout en déplorant que la durée de la Réunion n'ait pu, ainsi que l'avaient proposé MM. Kilian et Zürcher, être prolongée d'un jour.

Voici quel aurait été le programme de cette ascension :

Départ de Forcalquier en voiture à 6 heures du matin pour Saint-Étienne-les-Orgues. De Saint-Étienne, en chars et à *mulets* à l'Hermitage de Lure.

Après déjeuner, visite des gisements barrêmiens de Morteiron (Barrêmien supérieur) et de Combe Petite (Barrêmien inférieur), puis ascension du sommet de Lure (1,827 mètres).

Vue d'ensemble des chaînes subalpines situées au nord du Jabron.

Consulter : *Descr. géol. Montagne de Lure*, p. 216.

Le soir, départ en chemin de fer à 6 h. 45 pour Digne.

L'excursion au sommet de la Montagne de Lure n'a donc pas eu lieu et les membres de la Réunion se sont rendus à Digne dans l'après-midi, non sans admirer du wagon les traits si nettement accentués de l'orographie bas-alpine.

En ce qui concerne l'*excursion supplémentaire* dans les Gypses de Montrond, citées pour la première fois par Guettard, et à laquelle la même raison nous oblige à renoncer, consulter — outre les travaux de Lory et de M. Haug, la Monographie du Ventoux de M. F. Leenhardt (1) (détails sur « l'Horizon de Suzette »), une note de M. W. Kilian *B. S. G. F.*, 3e série, tome XIX, p. 599, 1881) contenant les diverses interprétations auxquelles peuvent donner ces

(1) V. aussi *Bull. Serv. Carte géol. de Fr.*, C. R. des Collab. pour 1893 et 1894.

gypses, — un travail de M. V. Paquier (1) (C. R. Ac. des S., 13 mai 1895) où la question est serrée de près et où cet auteur propose une solution qui tient compte de tous les faits observés.

Il est regrettable que les résultats obtenus par M. Paquier n'aient pu être discutés *sur place* par nos confrères, la question étant de celles qui ont une importance théorique considérable.

M. **Pellat** signale la grande ressemblance de l'affleurement cénomanien de St-Laurent avec celui de la Gueule d'Enfer, près Martigues.

A propos de *Nemausina neocomiensis*, M. **Leenhardt** dit qu'il a rencontré ce fossile énigmatique dans les divers niveaux de l'Infracrétacé de la région, où il paraît caractériser plutôt un facies qu'un horizon.

M. **Collot** fait connaître que *Nemausina neocomiensis* existe dans le Valanginien des Bouches-du-Rhône.

M. **Sayn** fait une communication *sur la faune d'Ammonites pyriteuses du Barrêmien de Noyers-sur-Jabron*, d'après la collection de l'abbé Latil.

M. **Pellat** a retrouvé ces formes d'Ammonites pyriteuses dans le Barutélien du Gard.

M. **Depéret** fait une communication *sur le rôle de la vallée de la Durance dans la région de Digne-Sisteron comme bassin d'affaissement aux diverses époques du Tertiaire.*

Dès l'*Eocène moyen*, on trouve, dans cette région, des dépôts lacustres observés par M. Zürcher contre la bordure subalpine vers Trévans.

A l'époque *oligocène*, la dépression se délimite d'une manière fort nette : dans le ravin du Vanson, la Société a pu constater que le Tongrien renfermait des dépôts de gypse et des Hydrobies, attestant un facies lagunaire. Plus à l'Ouest, au contraire, entre Sisteron et Forcalquier, l'Oligocène tout entier se présente sous un facies de conglomérats et limons rouges, qui indiquent un énorme cône de déjection torrentiel, correspondant à une région plus exhaussée

(1) 1895. V. Paquier. Sur les gypses des environs de Serres (Hautes-Alpes) et de Nyons (Drôme).

qui délimitait de ce côté la dépression de la Durance. Mais, plus à l'Ouest encore, en se dirigeant vers le bassin d'Apt et le Rhône, le facies redevient lagunaire et gypseux.

A l'époque du Miocène supérieur, l'immense delta constitué par les poudingues *pontiens* à cailloux impressionnés de Valensole, avec limons rouges et calcaires lacustres intercalés, dénote l'existence sur le même point d'une large dépression fluviatile, d'une véritable *Durance miocène*, dont on suit le tracé très en aval jusqu'à Mérindol.

Il est à peine besoin d'ajouter que cette vallée a continué de fonctionner comme vallée fluviale pendant le Pliocène et le Quaternaire, ainsi qu'il résulte des travaux récents de MM. Kilian et Penck.

M. **Haug** fait remarquer que, dans une note récente, il a déjà considéré les plis du Diois comme la continuation géographique des plis externes des Pyrénées, formant une chaîne ayant contourné tout le Plateau Central, et appartenant comme les Pyrénées, à un système de plis antérieurs à l'Eocène supérieur.

Il demande comment la rareté des cailloux cristallins dans les conglomérats pontiques et le caractère toujours local de ces conglomérats est conciliable avec l'hypothèse d'un charriage lointain.

M. **Kilian** explique pourquoi il voit, comme M. Depéret, dans les conglomérats pontiques, des dépôts provenant d'un charriage fluviatile lointain.

Les roches du Briançonnais (Variolites, etc.), quoique rares, existent incontestablement dans ces conglomérats. La rareté relative des roches cristallines dans ces cailloutis s'explique par l'état alors peu avancé de l'érosion dans le bassin de la Durance. Il n'y avait alors pas autant d'affleurements des terrains primitifs. Pour mettre à nu ce qui se voit actuellement, les cours d'eau ont dû éliminer, d'abord, à l'époque tertiaire précisément, une couverture très épaisse de sédiments plus récents.

M. **Collot** rappelle qu'il a signalé, dès 1877 l'existence de cailloux de variolite dans les marnes de Cabrières, montrant que la Durance devait déjà se déverser dans la région et que à Gréoulx, il a trouvé des cailloux à *Am. Rouyanus*, indiquant l'existence à l'époque pontique des affluents actuels de la Durance.

Pour la région plissée anté-aquitanienne, M. Collot l'étend jusque dans les Bouches-du-Rhône, où les mouvements sont postérieurs

au calcaire du Montaiguet et antérieurs aux dépôts du groupe d'Aix ; de plus les terrains cristallins de la région des Maures et de l'Esterel paraissent s'être avancés avant le Tertiaire dans la région du Golfe de Lion, car l'on constate dans le Crétacé supérieur l'existence de cailloux (quartzites verts) venant du midi. A Port-de-Bouc ils sont très gros, ce qui montre qu'ils ne venaient pas de très loin.

M. **Kilian** rappelle qu'il a signalé le premier, en 1888, le facies caillouteux de l'Eocène supérieur et de l'Oligocène dans le bassin du Vanson (Abros). Il ajoute qu'il existe dans l'Oligocène, à Volonne, des calcaires lacustres dont l'étude aurait un certain intérêt au point de vue de l'histoire de la vallée de la Durance à l'époque tertiaire.

M. **Haug** présente *une carte géologique des environs de Digne au 1/40.000e*, et développe des vues sur les relations tectoniques entre le faisceau du Diois et celui du Gapençais.

Des observations sont échangées, au sujet de cette communication, entre MM. **Haug**, **Zürcher** et **Kilian**.

M. **Kilian** ne pense pas que les considérations invoquées par M. Haug et tirées uniquement de la continuité plus ou moins grande des *faisceaux de plis* soient de nature à faire écarter le terme de *zone* du langage scientifique et à faire rejeter « comme ne correspondant plus à l'état actuel de la science » les zones établies dans nos Alpes par Ch. Lory, qui avait tenu compte, en les définissant, *à la fois*, des facies, des lacunes stratigraphiques et des caractères orographiques. Ce dernier voyait dans les *zones* des entités physiographiques et *non exclusivement tectoniques*. — Il ne faudrait pas dénaturer la définition de ce terme, à seule fin de mieux pouvoir le supprimer. Les *zones* représentent dans l'orogéologie alpine des *unités d'un autre ordre* que les faisceaux de plis : les deux termes semblent parfaitement pouvoir coexister utilement sans qu'il y ait à craindre de confusion de langage.

M. **Haug** estime qu'il importe essentiellement de distinguer les zones de sédimentation, les zones tectoniques et les zones orographiques. Dans les travaux de Lory ces trois ordres d'entités sont le plus souvent confondus.

M. **Kilian** trouve que ses confrères semblent, en considérant les

plis du Diois comme exclusivement anté-aquitaniens, complètement perdre de vue des faits positifs comme la présence de mollasse marine *miocène* dans les anticlinaux E.-O. de la vallée du Jabron (M. Kilian) et des Baronnies septentrionales (M. Leenhardt). Il faut considérer les plis anté-aquitaniens et anté-miocènes dans la région entre Nyons, Forcalquier et Die, comme ayant été peu accentués ; *le principal plissement est postmollassique.* Ce serait nier l'évidence que de donner la prépondérance aux plis anciens qui ne sont très accentués qu'à l'Est d'une ligne Lus la Croix-Haute-Sisteron.

M. Kilian pense d'ailleurs qu'il sera possible de prouver l'existence de mouvements orogéniques ayant eu lieu à la fin de l'Oligocène ou au début du Miocène.

SUR LE CALCAIRE DE LA GOURRE

près Séderon

par MM. **W. KILIAN** et **M. HOVELACQUE.**

(Pl. XV)

A côté du hameau de la Gourre près Séderon, affleurent quelques bancs d'un calcaire grossier grumeleux blanc-jaunâtre, d'un aspect tout particulier. Cette assise est en contact, d'une part avec le Barrêmien (vers le Nord), et de l'autre avec le Cénomanien glauconieux (vers le Sud). Comme les environs de Séderon sont très faillés, en particulier du côté du Sud, nous avons hésité longtemps sur l'âge à attribuer à ces calcaires de la Gourre.

Nous n'y avons rencontré aucun fossile de grande taille, mais nous les avons soumis, taillés en plaques minces, à un examen micrographique; ils se sont montrés remplis de Foraminifères appartenant aux genres *Textilaria* et *Rotalina* ; à côté de ces organismes s'en trouvent beaucoup d'autres, notamment des *Bryozoaires* (V. Pl. XV, fig. 2, en *a*).

La comparaison de ces préparations avec des plaques minces taillées dans les calcaires urgoniens de la région, dans divers calcaires jurassiques et dans les calcaires gréseux du Crétacé supérieur de Ravel (Drôme) nous ont permis de nous faire une opinion sur l'âge probable des assises de la Gourre. Nous les considérons comme appartenant au Cénomanien supérieur. Nos préparations se sont montrées, en effet, très analogues à celles du Crétacé supérieur de Ravel qui contiennent les mêmes *Bryozoaires* et des *Foraminifères* très voisins. L'aspect microscopique des calcaires urgoniens (V. Pl. XV, fig. 1), est au contraire assez différent de celui des calcaires de la Gourre, ces derniers étant beaucoup plus riches en Bryozoaires. Notre ami, M. Maurice Hovelacque, a bien voulu, avec son habileté habituelle, photographier nos préparations, de façon à pouvoir les annexer comme planche à ce Compte Rendu (Voir Pl. XV).

Nous avons commencé avec collaboration de M. Hovelacque, un

travail micrographique, sur les calcaires alpins. Un grand nombre de plaques minces ont déjà été faites et examinées et nous espérons, en multipliant encore nos observations, arriver bientôt à des conclusions stratigraphiques intéressantes, surtout en ce qui concerne les Calcaires du Briançonnais.

Il nous est déjà possible, en effet, de reconnaître, à l'aide des caractères micrographiques, les calcaires triasiques de ceux du Jurassique et de distinguer avec beaucoup de probabilités parmi ces derniers, ceux qui appartiennent au Jurassique supérieur.

Les préparations dont nous présentons ici les photographies donneront une idée de notre procédé de recherches et du parti que l'on peut tirer, pour la connaissance des organismes qui peuplaient les mers crétacées de la région subalpine, de l'examen micrographique que M. Cayeux vient, du reste, d'appliquer avec tant de succès, aux diverses formations sédimentaires d'une autre partie de la France.

Cette méthode nous semble appelée, du reste, à éclairer d'un jour nouveau l'origine des calcaires à « facies récifal » si fréquents dans la zone subalpine.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XV

Fig. 1. — Calcaire urgonien de Simiane (Basses-Alpes), à Foraminifères.
Fig. 2. — Calcaire de la Gourre, à Foraminifères et Bryozoaires.

M. **Kilian** fait passer ensuite sous les yeux de la Société l'épreuve d'une planche destinée aux Annales de l'Université de Grenoble et représentant :

a) La seule Ammonite déterminable que l'on ait recueillie jusqu'à présent dans les *Calcaires blancs* à Requienies d'Orgon et faisant partie de la collection Curet. M. Kilian, après de longues comparaisons, croit pouvoir rapporter *sans hésitation* cette forme, malgré ses sillons peu accentués, à *Desmoceras Charrieri* d'Orb. (Em. Fallot), sp., espèce barrêmienne ;

b) Deux échantillons d'*Am. striatisulcatus* d'Orb. montrant que cette espèce de l'Aptien n'est qu'une mutation de *Macroscaphites Yvani* du Barrêmien.

M. **Leenhardt** fait remarquer que l'exemplaire de *Desmoceras Charrieri* figuré par M. Kilian et qui provient d'Orgon, doit être rapporté à l'Aptien inférieur et non au Barrêmien. En effet, d'après

les indications locales que lui a données M. Curet, auteur de la découverte, ce fossile aurait été recueilli dans un gisement connu et qui se place nettement bien au-dessus de couches à *Echinospatagus Collegnoi* et même de celles à *Heteraster* que M. Leenhardt a signalées à Orgon.

M. **Pellat** fait connaître qu'il a recueilli dans les couches à Orbitolines d'Orgon une nombreuse série de minuscules fossiles. Plusieurs ont été déjà décrits par M. Cossmann dans ses « Essais de Paléoconchologie comparée » (*Acteonella Boutillieri, Sulcoactœon ovoideus*, etc., etc.); d'autres seront prochainement décrits. Parmi ces fossiles, M. Pellat a rencontré des embryons de *Desmoceras*. L'assise dans laquelle M. Curet a trouvé le *Desmoceras Charrieri* est un peu supérieure aux couches à Orbitolines, à *Pseudocidaris clunifera* et à Pentacrines.

A propos des niveaux pyriteux du Néocomien, M. Pellat rappelle qu'il a signalé récemment dans les marno-calcaires du Barutélien de M. Torcapel, c'est-à-dire dans le Barrêmien, à Lussan et près de Brouzet (Gard) des Ammonites pyriteuses analogues à celles des environs de Constantine (Djebel-Ouach).

Séance du 23 Septembre 1895, à Barrême

PRÉSIDENCE DE M. ZÜRCHER

La séance est ouverte à huit heures et demie du soir, dans la salle de la Justice de Paix, mise par la municipalité de Barrême à la disposition de la Société.

Le procès-verbal de la séance du 22 septembre est lu et adopté.

M. **Zürcher** remercie les membres de la Société du grand honneur qu'ils lui ont fait en l'appelant à présider leurs séances et leurs courses dans la région de Castellane.

Il ajoute qu'il tient tout d'abord à exprimer, en son nom et en celui de tous ceux qui viennent de visiter la région de Sisteron et de Lure, les plus vifs remerciements à M. Kilian, qui a organisé les courses qui viennent d'être faites dans des conditions parfaites, au point de vue tant des détails matériels que de l'intérêt scientifique qui n'a pas cessé d'être très grand.

Il continue en ces termes :

Comme nous l'a rappelé à la séance d'ouverture M. de Margerie, la Société Géologique se réunit dans le département des Basses-Alpes pour la deuxième fois, et l'étape marquée par la réunion de 1872 constitue un point de repère précieux au point de vue de l'historique des études géologiques faites dans cette région si intéressante, historique sur lequel je n'ai pas à insister après celui qui nous a été fait par M. Kilian.

Si, en effet, il peut être difficile de connaître la nature des préoccupations scientifiques à une époque donnée en consultant seulement les ouvrages parus à ce moment, il en est bien autrement quand on possède le compte-rendu des discussions auxquelles les savants les plus autorisés se sont livrés dans une de ces réunions si fécondes en résultats scientifiques auxquelles notre Société convie, tous les ans, et ses membres et aussi tous ceux qui, dans la région qu'elle visite, s'occupent de Géologie ou même s'intéressent aux questions scientifiques.

C'est ainsi qu'il est possible de rappeler, comme l'a fait d'ailleurs aussi M. de Margerie, qu'en 1872, ce fut surtout la stratigraphie qui fit l'objet des importantes communications, des intéressantes discussions que présentèrent et auxquelles prirent part Dieulafait,

Garnier, Hébert, Leymerie, Lory, Tournouër, MM. Bleicher, de Mercey, de Rouville et Vélain.

Parmi les noms que je viens de citer la plupart sont ceux d'éminents savants dont nous avons à déplorer la perte ; qu'il me soit permis d'exprimer les regrets unanimes, j'en suis sûr, que leur absence si douloureuse nous cause aujourd'hui.

Un seul article du compte-rendu de 1872 touche des questions de tectonique, c'est la note de M. Garnier sur les principales failles de la région de Digne et de Castellane. Bien des traits importants de la structure du pays sont signalés dans cet intéressant travail, notamment la ligne de discontinuité en forme d'U qui entoure le synclinal de Taulanne, trait hardi pour l'époque.

C'est encore la stratigraphie pure qui fit l'objet des travaux publiés sur les Basses-Alpes pendant une quinzaine d'années, et il faut arriver en 1886-1888 pour voir intervenir les questions de structure dans les études de M. Kilian sur la Montagne de Lure, puis jusqu'en 1891 pour trouver également un examen circonstancié des phénomènes tectoniques dans la thèse de M. Haug sur les chaînes subalpines entre Gap et Digne. Au risque de blesser la modestie de mes confrères et amis, je ne puis manquer de louer la justesse d'exposition de ces œuvres si complètes qui constituent des monuments d'importance capitale pour la géologie des Basses-Alpes. La stratigraphie n'est certes pas laissée de côté dans ces études, où, au contraire, les successions des couches sont décrites avec les plus grands détails, et en particulier avec les indications les plus précises et les plus circonstanciées sur les faunes si spéciales et si riches de la plupart des niveaux. Mais les chapitres relatifs à la tectonique y occupent une grande place, et une place finale qui est dans l'ordre naturel des choses, car ce sont les notions relatives à la structure et aux circonstances qui l'ont produite qui sont le but vers lequel doivent tendre les travaux des géologues.

C'est sur cet ordre des études géologiques que je voudrais attirer un moment votre attention en vous faisant remarquer que parmi les branches diverses auxquelles s'applique l'activité si considérable aujourd'hui de ceux qui ont pris l'écorce terrestre comme objet de leurs recherches, la paléontologie, la pétrographie et la stratigraphie possèdent depuis longtemps déjà des méthodes et des théories qui permettent d'appuyer les raisonnements qui y sont relatifs sur des bases le plus souvent très sûres.

Il en est autrement de la tectonique, et il n'y a pas lieu de s'étonner de ce que ce soit depuis quelques années seulement que

les problèmes relatifs au mode de formation des montagnes que nous sommes en train de parcourir aient été abordés. En effet, ainsi que je le disais tout à l'heure, Garnier était d'une grande hardiesse en marquant une faille courbe sur sa carte de 1872, alors que la rectitude était considérée comme le caractère obligé des failles, dont la surface de discontinuité était toujours supposée un plan vertical, et que sous l'empire de la trop grandiose conception du réseau pentagonal, quelques indications de direction paraissaient suffire pour constituer des notions suffisantes sur la tectonique d'une région.

Les choses ont changé aujourd'hui, les idées ont marché, et à la trop simple conception ancienne de la nature des dislocations et de leur coordination, a fait place toute une théorie nouvelle du mécanisme des mouvements de l'écorce terrestre, théorie qui est devenue aujourd'hui classique, on peut le dire, à la suite des mémorables travaux de MM. Bertrand, Gosselet, Heim, et des confirmations innombrables qui sont venues en démontrer la généralité.

Aujourd'hui, chaque jour voit paraître de nouvelles études tectoniques de détail sur des régions disloquées plus ou moins étendues, études dans lesquelles grâce à la précieuse nomenclature polyglotte de MM. Heim et de Margerie, les géologues peuvent se comprendre sans difficulté, même au travers des frontières.

D'autre part, bien des travaux de synthèse générale ont été publiés. Je n'en citerai qu'un, le plus important de tous : « Das Antlitz der Erde » de M. le professeur Suess, dont les merveilleuses et émouvantes conclusions, si bien mises en relief par M. Bertrand, ont rencontré une admiration unanime.

L'ensemble des sciences géologiques est donc maintenant pleinement constitué, avec, au sommet, la tectonique, jeune mais déjà puissante branche de couronnement, puis la stratigraphie, son auxiliaire direct et obligé, en dépendance intime elle-même des bases fondamentales : la paléontologie et la pétrographie.

C'est ainsi que j'espère que nos courses et nos séances, dans la région de Castellane où à chaque pas peuvent être observés les phénomènes orogéniques les plus variés, donneront une importante place à l'examen des problèmes que soulève l'interprétation de ces phénomènes et leur coordination, et que le compte-rendu de la Réunion constituera un jalon capital pour les études tectoniques dans les Basses-Alpes, comme le compte-rendu de 1872 l'a été pour les études stratigraphiques.

En terminant, je considère comme un devoir d'adresser nos

remerciements à M. le Maire de Barrême et à M. Boussier, conducteur des Ponts-et-Chaussées dans cette ville ; à M. Hardy, sous-préfet de l'arrondissement de Castellane ; à M. Girard, président du tribunal de ce chef-lieu ; à M. Tourniaire, ingénieur des Ponts-et-Chaussées de l'arrondissement, qui ont bien voulu organiser à Barrême et à Castellane le séjour de la Société et nous y assurer des salles pour tenir nos séances.

COMPTE-RENDU DE LA COURSE DU 23 SEPTEMBRE

DE DIGNE A BARRÊME

par M. **Ph. ZÜRCHER.**

La Société est partie de Digne par le premier train de la Compagnie du Sud de la France qui avait bien voulu lui réserver un compartiment. Dans le trajet de Digne à Mézel, et notamment aux arrêts de Gaubert et de St-Jurson, on a pu jeter un coup d'œil sur la structure de la région traversée, où la voie ferrée coupe successivement deux anticlinaux qui font apparaître les bancs résistants de la mollasse marine à travers les épaisses masses des poudingues de l'étage pontien. L'axe du premier de ces anticlinaux passe à peu près à la halte de Gaubert. Il est là sensiblement N.-E. et s'infléchit ensuite vers l'Est. Au flanc N. de la partie infléchie appartiennent les couches de grès de la Mollasse, relevés verticalement, dont la Société a pu admirer l'effet pittoresque de la halte de St-Jurson. Le deuxième anticlinal est une véritable boutonnière dont la voie ferrée jalonne à très peu près le grand axe entre les Astiers et Champlong.

A la station de Mézel on est descendu du train pour monter en voiture, et, après un léger retard, occasionné par un malentendu avec un des voituriers, la Société a pris la route de Barrême.

La route traverse tout d'abord les poudingues pontiens, dont les talus caractéristiques avaient pu être déjà observés pendant le trajet en chemin de fer, et dont les tranchées ont montré la constitution intime, faite de bancs d'épaisseur variable de poudingues plus ou moins agglutinés, à galets impressionnés, séparés par des marnes jaunes rougeâtres ou grises, tantôt très argileuses, tantôt assez riches en particules sableuses.

Au point où la route contourne le promontoire sur lequel est bâti le village de Châteauredon, une première halte a eu lieu pour observer les couches miocènes lacustres et les marnes à *Ostrea crassissima*, qu'on peut voir dans le talus de déblai.

MM. Depéret et Douxami, ainsi que M. Blanc, pharmacien aux

Mées, qui accompagnait la Société, ont séjourné sur ce point et ont pu déduire de leur étude des résultats très intéressants exposés dans une note spéciale qui jette un jour nouveau sur cette question de la *Mollasse rouge*, dont l'attribution à l'Aquitanien, admise sur la carte géologique, ne peut être maintenue : sûrement pour les bancs supérieurs, très probablement pour l'ensemble des couches à cause de la concordance des assises.

La Société a examiné aussi la coupe très visible que montre la rive gauche de l'Asse et a remarqué, en particulier, le redressement graduel des couches qui, fortement relevées seulement dans le Jurassique supérieur formant la crête où s'ouvre la clue de Chabrières, ainsi que dans le Néocomien et le Barrêmien, sont presque verticales ensuite dans la Mollasse rouge qui forme, après un vallon où l'on rencontre une mince bande de marnes aptiennes, une éminence allongée dont le sommet est sillonné de crêtes aiguës constituées par les bancs les plus résistants. C'est sur une de ces crêtes que le village de Beynes est construit.

Entre cette éminence et le cours de l'Asse au droit de Mézel, le flanc de la vallée est sillonné de traînées plus claires qui correspondent à des marnes blanches dépendant des horizons lacustres ; on retrouve à la base de ces couches d'eau douce la zone à *Ostrea crassissima*, mais moins puissante qu'à Châteauredon et semblant disparaître même par places.

Les poudingues pontiens affleurent au bord de l'Asse qui y a creusé son lit ; ils s'élèvent enfin, sur le versant opposé où s'étagent les maisons de Mézel, en bancs puissants pendant vers l'Ouest.

La Société, remontée en voiture, a franchi rapidement la distance qui la séparait de l'entrée de la clue de Chabrières, où une nouvelle halte a eu lieu.

On a étudié d'abord, dans cette localité remarquable à tant d'égards, la coupe intéressante du Néocomien et du Barrêmien.

Du chemin même des Courtiers, auquel on était arrivé après avoir franchi la crête barrêmienne, on a pu voir, au-dessus de la dépression occupée par les marnes aptiennes, la réapparition du Cénomanien au-dessous de la Mollasse rouge, et bien reconnaître ainsi la discordance du Tertiaire sur son substratum.

De retour à son point de départ la Société, avant de se mettre en route pour traverser la clue, a examiné le remarquable aspect des falaises infraliasiques et liasiques du Cousson, qu'elle avait pu suivre depuis Digne, couronnant les pentes formées par le Pontien et qu'on pouvait voir, toujours avec la même allure, se dresser en

haut des versants successivement formés par les couches tertiaires miocènes plus inférieures, puis par le Crétacé, et venir se continuer par une barre rocheuse bien régulière au-dessous de laquelle la crête du Jurassique supérieur de la clue semble venir s'enfoncer.

Ces escarpements, au pied desquels le Trias apparaît à plusieurs reprises, sont la tranche d'une grande masse de recouvrement dépendant du pli des Dourbes, dont elle constitue le flanc normal supérieur, ainsi qu'il sera possible d'en acquérir la preuve certaine en étudiant la constitution de ce même pli vers le Sud.

La Société a traversé ensuite à pied la profonde coupure si pittoresque dans laquelle passent l'Asse et la route, et que le chemin de fer, qui n'a pu y trouver place, longe dans un tunnel. La coupe bien connue (1) du Jurassique a pu y être suivie en détail, et quelques intéressants fossiles ont été recueillis dans les bancs grumeleux de l'Oxfordien.

A Chabrières même, avant de remonter en voiture, la constitution tectonique si remarquable des abords de cette localité a été l'objet d'explications qui seront exposées dans une note spéciale.

Quelques kilomètres ont ensuite été rapidement parcourus et un nouvel arrêt a eu lieu au pont du Couinier. La tectonique des environs de ce site pittoresque est intimement liée à celle de Chabrières, et sera décrite dans la même note. Il sera seulement rappelé ici que cette structure a été minutieusement examinée avant de traverser l'Asse, un peu plus en amont, pour explorer un remarquable gisement d'ammonites du Lias supérieur.

Une planche jetée au travers du cours d'eau, grâce à l'obligeance de M. Guérin, de Norante, qui était venu au devant de la Société, a permis d'arriver facilement au pied d'un escarpement boisé où l'on a pu recueillir, dans un calcaire noir très compact, un certain nombre d'ammonites et notamment :

Grammoceras fallaciosum Bayle, sp.
— *Toarcense* d'Orb., sp.
— aff. *quadratum* Qu., sp.
Haugia variabilis d'Orb., sp.
— *Eseri* (Opp., sp.), Buck.

Les couches qui contiennent ces fossiles sont redressées verticalement sur le flanc occidental de la vallée de l'Asse, creusée dans les couches plus tendres du Bajocien et du Bathonien, qui constituent en outre les pentes orientales, jusqu'au pied de la barre

(1) *B. S. G. F.*, 2e série, T. XXIX, p. 668, et 3e Série, t. XXIII.

infraliasique et liasique, avec Trias à la base, qui couronne la hauteur.

La Société a pu se rendre compte, dans le rapide trajet qui l'a amenée à Norante, des plissements intimes de cette masse de Bajocien et de Bathonien, surtout visibles dans la coupe naturelle du monticule du château de Norante.

On a mis de nouveau pied à terre devant la maison de M. Guérin, chez qui la Société a pu voir de belles séries de fossiles recueillis dans tous les terrains des Basses-Alpes. On y remarque un grand nombre d'espèces nouvelles du Crétacé inférieur et en particulier de beaux exemplaires de *Crioceras Rœmeri* N. et Uhl. de Barrême.

M. Guérin est un infatigable chercheur connaissant parfaitement la région, et qui a mis, l'auteur de ces lignes tient à le dire, l'obligeance la plus grande et la plus désintéressée à lui fournir tous les renseignements qu'il pouvait posséder au sujet de la géologie du pays.

Du point même où étaient arrêtées les voitures sur la route, on pouvait voir la remarquable terminaison de la falaise liasique qui couronne jusqu'au ravin de Chaudon les pentes orientales de la vallée, et qui, dans la croupe N.-O. du débouché de ce ravin, cesse d'être régulière pour changer progressivement d'orientation en s'amincissant, devenir d'abord verticale, puis, toujours diminuant d'épaisseur, se renverser pour venir finir en biseau précisément au niveau inférieur de la falaise. Les couches inférieures dessinent un mouvement identique et il est certain, malgré la difficulté d'observations susceptibles de le vérifier, que le Bajocien et le Bathonien, au moins en partie pour ce dernier, subissent une torsion analogue.

Le phénomène, peu commode à étudier sur place à cause des éboulis qui couvrent les pentes, est encore assez diffus quand on l'examine de Norante. Il faut, pour bien le voir, s'élever sur le versant occidental de la vallée par le chemin qui mène au hameau de Champagnel ; quand on a atteint une altitude suffisante on peut en reconnaître tous les détails avec la plus grande netteté (v. la Pl.).

Ainsi reconnue, la constitution de cette extrémité du pli des Dourbes permet de conclure en toute certitude au sujet de la structure des parties de ce même pli situées plus au Nord, structure que les faits constatés dans ces parties étaient d'ailleurs de nature à faire présumer.

La ligne de discontinuité qui passe au pied du Cousson, franchit ensuite la chaîne secondaire de Chabrières, puis longe le flanc oriental de la vallée jusqu'à Norante, ne peut être interprétée que

comme une faille verticale ou comme la trace sur le sol d'une surface de chevauchement. Les faits observés à Norante tranchent nettement l'alternative en faveur de la deuxième solution, qui permet de considérer dès lors la chaîne liasique qui prolonge au Sud la falaise de Cousson, puis ce massif lui-même, comme le flanc normal supérieur d'un grand pli couché, le pli des Dourbes, qui se continue d'ailleurs à une grande distance vers le Nord, ainsi que l'ont montré les travaux de M. Haug, par le pli de même nature de Courbons.

Le pli des Dourbes présente encore, aux environs de Norante, des particularités tectoniques intéressantes : si, en effet, le trajet de ce pli est facile à suivre jusqu'à la croupe où il se relève si curieusement, il n'en est pas de même plus au Sud. On peut effectivement admettre sa continuation soit vers le cirque de Chaudon et le rocher St-Martin, terminaison méridionale de la chaîne des Dourbes; soit par le pli que dessinent, entre Norante et Barrême, le Jurassique supérieur et le Barrêmien, mais surtout le Jurassique supérieur que l'on voit, depuis la crête du « Château le plus haut » jusqu'au point où il vient traverser la route, former une pointe orientée vers l'Est dans les escarpements de la rive droite de la vallée ; soit enfin par l'anticlinal de la vallée du Bas et du Haut-Aurans.

L'étude plus approfondie de la structure de la région (1) montre qu'entre ces trois directions différentes qui prolongent l'anticlinal des Dourbes, c'est celle qui passe par la vallée d'Aurans qui est la continuation véritable du grand pli.

La Société, en quittant Norante, s'est dirigée vers le Bas-Aurans, où l'attiraient à la fois le déjeuner, servi dans la ferme même, et le gisement célèbre de fossiles qui en est immédiatement voisin.

A la faveur d'une passerelle placée un peu en amont du pont du Poil on a pu descendre de voiture à peu de distance du Bas-Aurans qui a été rapidement atteint à travers champs, sous un soleil digne de la canicule, et où le déjeuner a été servi aussi commodément que possible, grâce à l'obligeance des habitants de la ferme.

Après le repas, il a suffi de quelques minutes pour que le bruit des marteaux retentisse sur tous les points des bancs qui se dressent si régulièrement sur la rive gauche du ravin et où on peut recueillir les espèces suivantes :

(1) Voir plus loin.

Phylloceras disputabile Zitt. (1).
— *Kudernatschi* Hau.
— *Kunthi* Neum.
— *subobtusum* Kud.
Lytoceras adeloides Kud.
— *tripartitum* (Rasp.) d'Orb.
Haploceras psilodiscus Schlönb.
Oppelia fusca Qu.
— *aspidoides* Opp.
— *subdiscus* d'Orb.
— (*Strigoceras*) *Truelli* d'Orb.
Œcotraustes subfuscus Waag.
Cœloceras cf. *rectelobatum* Hau.
Parkinsonia Parkinsoni Sow.
— *neuffensis* Opp.
Perisphinctes Martinsi d'Orb.
— *procerus* Seeb.
— *quercinus* Terq.-Jourdy.
Perisphinctes cf. *arbustigerus* d'Orb.
Perisphinctes zigzag d'Orb.
Morphoceras polymorphum d'Orb.
— *sulcatum* Hehl.

Sphaeroceras sp. (recueilli par M. Kilian).

Vers deux heures, la Société est remontée en voiture et a rapidement parcouru la route de Barrême qui, après avoir traversé les bancs du Jurassique supérieur, pénètre dans le Néocomien, puis dans le Barrêmien, dont les falaises montrent la constitution si régulièrement composée de bancs calcaires d'épaisseur uniforme alternant avec de minces lits marneux.

Avant d'arriver à Barrême on a pu voir, sur la gauche, le synclinal aptien du Bauchenon, correspondant à l'intervalle entre deux des anticlinaux dont il a été parlé plus haut : celui de la vallée d'Aurans et celui qui longe la rive droite de l'Asse. Les marnes aptiennes qui affleurent au centre de ce synclinal traversent l'Asse et se montrent, à toucher Barrême, surmontées d'un lambeau peu épais de Cénomanien, très remarquable témoin de cet étage dont on ne retrouve d'autre trace qu'à plusieurs kilomètres de distance. C'est là une preuve des importantes érosions dont la région a été le théâtre, sans doute au début de la période de dépôt des couches priaboniennes. La nature des assises inférieures de cet étage, toujours composées de matériaux détritiques, est encore un fait qui milite en faveur de cette hypothèse.

A Barrême, ce niveau fondamental tertiaire est constitué par un gros banc de poudingue que l'on voit au bord de la route et sur lequel s'appuient les premières maisons du village.

La Société, après avoir vérifié ces faits intéressants, s'est arrêtée

(1) Liste donnée par M. Haug dans sa thèse (Bull. serv. Carte géol. et Top. sout., t. III, n° 21, p. 79-80).

un moment seulement à Barrême, et est partie à pied par la route de St-André pour étudier les terrains tertiaires (1).

Au-dessus du poudingue inférieur on rencontre des couches encore détritiques, mais contenant quelques fossiles marins le plus souvent brisés. Ces couches sont cachées, le long de la route, par les maisons de Barrême. Au sortir de la localité les jardins sont établis sur des marnes noires qui sont superposées à ce niveau détritique. On peut voir ces marnes dans une carrière où elles sont exploitées comme argile plastique. La Société a passé rapidement devant cette exploitation et ne s'est pas non plus détournée de son chemin pour examiner les grès brunâtres, se débitant en plaquettes, qui forment la colline allongée que suit le chemin qui conduit au village de St-Jacques.

Ces grès, superposés aux marnes dont on vient de parler, sont couronnés par quelques bancs de poudingues à petits éléments, alternant avec des marnes gréseuses contenant, avec des Huîtres, des bois fossiles remplis de *Teredo Tournali ;* puis vient enfin le banc de grès, remarquablement fossilifère, qui contient en abondance *Natica Garnieri*, *Melania Grateloupi*. Les affleurements de cette couche avaient été dégagés d'avance par les soins de M. Boussier, conducteur des Ponts-et-Chaussées à Barrême, et la Société a pu y faire une ample récolte de beaux fossiles.

D'après les intéressantes discussions auxquelles la question du niveau à attribuer à ces diverses couches a donné lieu, il paraît démontré aujourd'hui que les poudingues et calcaires de la base, ainsi que les marnes qui les recouvrent, représentent l'étage priabonien de la nomenclature de MM. Munier-Chalmas et de Lapparent, et que les grès du chemin de St-Jacques (au moins dans leur majeure portion supérieure, leur partie inférieure pouvant encore être rattachée aux couches sous-jacentes) constituent la base de l'Oligocène.

Les sédiments de cette importante période se continuent sur la rive opposée de l'Asse de Clumanc. La Société a traversé le cours d'eau en suivant la route pour aller étudier ces curieux dépôts, qui, sous l'œil exercé de M. Depéret, ont donné lieu à de nouvelles et intéressantes observations qui sont exposées dans une note spéciale ayant pour base une coupe relevée avec la plus grande précision par M. Boussier (2).

(1) Voir au sujet de ces terrains les notes très intéressantes de Garnier (*B. S. G. F.*, 2e série, t. XXIX, p. 692 et suiv.), et de Tournouer (*B. S. G. F.*, 2e série, t. XXIX, p. 492 et suiv.; p. 707 et suiv.).

(2) Voir plus loin.

La Société s'est avancée vers l'Est jusqu'au moment où elle a pu observer les couches sur lesquelles, de ce côté du grand synclinal qu'elles remplissent, viennent reposer les couches oligocènes.

C'est d'abord, immédiatement au-dessous, une grande masse de poudingues à gros éléments calcaires exclusivement crétacés, en bancs puissants, séparés par des lits marneux, relevés jusqu'à la verticale, d'une épaisseur totale de 500^{m} environ.

Cette masse détritique repose, ou plutôt est juxtaposée en concordance sur du Crétacé supérieur, vertical aussi, dont les bancs de calcaire sont pareils à ceux qui contiennent, à St-André et à Vergons, des Inocérames et des *Micraster*.

Les poudingues dont on vient de parler, qui se continuent au Sud dans la même position par rapport au Crétacé supérieur et forment le flanc occidental de la montagne de Lieye, se retrouvent à la montée de Taulanne et sur le chemin de Blieux au-dessous du nummulitique ; dans la première de ces localités ils contiennent par places des intercalations de dépôts sableux avec fossiles marins. Il résulte de là qu'ils paraissent être d'âge priabonien, et constituer un envahissement plus ou moins complet de cet étage par le facies détritique que l'on trouve toujours à la base.

La nuit était venue quand la Société est arrivée au Crétacé supérieur, et il a été impossible d'aller, comme le prévoyait le programme, jusqu'à Gévaudan. On a donc repris le chemin de Barrême, d'abord à pied, parce que les cochers n'avaient pas été exacts au rendez-vous, puis en voiture. Vers six heures et demie la Société rentrait à Barrême.

M. **Kilian** demande si les couches marines de Château-Redon, au-dessous de l'*Ostrea crassissima*, ne pourraient pas représenter le Tongrien.

NOTE

SUR LES

COUCHES TERTIAIRES DE CHATEAU-REDON (Basses-Alpes)

par MM. **DEPÉRET** et **DOUXAMI.**

On observe au débouché de la rivière l'Asse, après sa sortie de la clue de Chabrières, un lambeau intéressant de couches tertiaires marines et continentales que la Société a traversées rapidement entre la station de Mézel et l'entrée de la clue. M. Zürcher a montré à la Société les couches lacustres à *Helix sylvana* reposant sur un banc marin pétri d'*Ostrea crassissima*. Au-dessous apparaissent de nouvelles couches lacustres (marnes et conglomérats calcaires) qui présentent une grande puissance et rappellent par leur facies les conglomérats et les couches rouges de l'Oligocène.

Les auteurs de cette note, accompagnés par M. Blanc, pharmacien aux Mées, qui prenait part à l'excursion de la Société géologique, ont étudié avec quelques détails cette coupe intéressante et recueilli quelques documents nouveaux qui permettent de préciser l'âge de ces différentes formations.

On peut relever, de haut en bas, la série suivante qui affleure d'une façon très nette le long de la grande route de Barrème :

1° Conglomérats impressionnés plongeant vers l'Ouest. Ces poudingues sont la base d'une puissante série qui constitue tout le grand plateau de Valensole et correspond aux limons et cailloutis à *Hipparion gracile* du Luberon (Etage pontique) ;

2° Barre de calcaire lacustre, dur, noduleux, avec *Helix sylvana* Klein, *Planorbis Mantelli* Dunker ;

3° Marnes bleuâtres, sèches, dures ;

4° Grès marneux très schistoïde ;

5° Marnes bleuâtres avec un banc d'*Ostrea crassissima* à la base.

6° Grès schistoïdes en lits minces à éléments très fins avec petite couche de sable intercalée ;

7° Marnes gris-verdâtres, légèrement tourbeuses, avec traces de fossiles lacustres à test noir à la base ;

8° Petit banc de calcaire noduleux lacustre ;

9° Marnes grises (15m) plus ou moins gréseuses, fossilifères à la base : *Helix sylvana* Klein, *Cyclostoma Draparnaudi* Matheron ;

10° Marno-calcaires noduleux passant en haut à un calcaire dur avec moules d'*Helix* ;

11° Marnes fines gris-bleuâtres (? peut-être marines) ;

12° Marnes gréseuses grises, terminées par un banc durci ;

13° Banc calcaire légèrement gréseux ;

14° Marnes limoneuses rouges ;

15° Banc de grès ;

16° Banc de calcaire lacustre, dur, noduleux avec *Helix sylvana ?*

17° Série de marnes blanches et rouges ;

18° Quatre bancs de grès ;

19° Grès siliceux et poudingues ;

20° Marnes rouges grumeleuses ;

21° Grès siliceux à petits éléments anguleux et contenant des fossiles marins (débris de *Balane* et de *Pecten*) ;

22° Marnes bigarrées avec nodules, passant à leur partie supérieure à des grès et marnes gréseuses micacées rougeâtres ;

23° Banc marno-grumeleux ;

24° Poudingues à gros éléments alternant avec des marnes rouges. Cet ensemble forme une série puissante qui va s'appuyer sur le crétacé de l'entrée de la clue.

Parmi les faits intéressants à relever dans cette coupe, nous signalerons surtout les deux suivants :

1° Le banc d'*Ostrea crassissima* est intercalé entre des couches lacustres qui contiennent *Helix sylvana* aussi bien au dessus qu'au dessous. On peut dire que les marnes marines ne correspondent là qu'à un simple épisode très court, pendant lequel la mer s'est avancée en ce point jusqu'au pied des premières chaînes subalpines. Il n'est pas douteux que l'ensemble de ces couches marines et lacustres (2 à 16 de la coupe) caractérisées par *Helix sylvana, Planorbis Mantelli, Cyclostoma Draparnaudi, Ostrea crassissima* ne représente un facies fluvio-marin du second étage méditerranéen (Helvétien et Tortonien) et ne corresponde exactement aux accidents fluvio-lacustres analogues qui se montrent avec une faune identique aux environs d'Aix et auprès de Mirabeau (Vaucluse) (1).

(1) Voir feuille géologique de Forcalquier au 1/80.000e et légende explicative par Ch. Depéret.

2° Quant à la série de marnes rouges limoneuses, de poudingues et de grès calcaires ou siliceux qui constitue la base de cette coupe, son âge eût été fort difficile à préciser sans la découverte que nous avons pu y faire de débris de fossiles marins dans le grès siliceux (n° 21 de la coupe). Le jour même de l'excursion, nous avons recueilli des débris de *Balane* dans un gros bloc éboulé près de la route et provenant de la corniche de grès qui surplombe en ce point d'une vingtaine de mètres. Dans une course ultérieure qu'il a bien voulu faire dans cette localité, M. Blanc a également recueilli *en place dans ce même banc gréseux* d'autres débris marins, en particulier un fragment de *Pecten* à côtes rondes et lisses, indéterminable comme espèce, mais tout à fait suffisant pour certifier l'origine marine de cette couche.

Il devient donc établi par cette observation que la série de poudingues et de marnes rouges (n° 17 à 24 de la coupe) est contemporaine d'une période pendant laquelle la mer pénétrait jusque dans la région de Château-Redon. Cette période ne peut guère être que le miocène, en raison de la parfaite continuité de la coupe dont toutes les couches sont parfaitement concordantes. Nous sommes portés, sans en avoir une démonstration précise, à attribuer cette série inférieure à l'époque du premier étage méditerranéen (Burdigalien).

En somme, la région de Château-Redon aurait correspondu pendant toute la période miocène à un point tout à fait littoral, et sans doute même au débouché d'un torrent situé sur l'emplacement même de l'Asse actuelle.

Ce lambeau tertiaire, avec sa forme triangulaire dans l'ensemble (voir feuille de Castellane) représente donc un véritable delta torrentiel miocène, dans lequel la mer est venue seulement à deux reprises amener une intercalation peu épaisse de sédiments littoraux à fossiles marins. Ce mode d'origine suffit à expliquer l'analogie de facies que présentent ces conglomérats et ces marnes rouges avec les dépôts torrentiels similaires si fréquents dans le bassin du Rhône, à différents niveaux de l'Oligocène et de l'Eocène.

M. **Depéret**, au sujet de ces couches, s'élève tout d'abord contre le terme de *Mollasse rouge*, qui ne peut s'appliquer à un niveau, mais seulement à un facies, et qui, dans la région de Forcalquier, se retrouve à cinq ou six places différentes dans la série tertiaire. Il pense que les couches supérieures de la Mollasse rouge de Château-Redon, entre le niveau marin où il a découvert des

Balanes et les couches à *Ostrea crassissima* alternant avec des marnes calcaires à *Helix sylvana*, représentent plutôt le Burdigalien que le Tongrien. D'un autre côté, la présence d'*Hydrobia Dubuissoni*, un peu au-dessus des couches à *Planorbis cornu*, dans la coupe de la route de Barrême à Gévaudan, permet de penser que là la Mollasse rouge serait bien tongrienne.

M. **Collot** signale dans la coupe du Néocomien au N. de la Cluse de Chabrières, l'existence d'un banc glauconieux de l'Hauterivien, avec *Belemnites pistilliformis* et *Ammonites*, dans lequel les fossiles sont pour la plupart phosphatés.

NOTE

SUR LES

FOSSILES OLIGOCÈNES DE BARRÊME

par M. **Charles DEPÉRET.**

Les fossiles qui font l'objet de cette Note ont été recueillis par M. Boussier, conducteur des Ponts-et-Chaussées à Barrême, qui a relevé banc par banc la coupe intéressante du synclinal oligocène compris entre Barrême et Gévaudan (voir *Bull.*, Pl. C). Je me conformerai dans cette étude aux numéros donnés par M. Boussier aux diverses couches de la coupe, allant de 1 à 33.

Couches Nos 1 et 2. — Ces numéros s'appliquent au grès marin de Barrême à *Natica Garnieri* et *crassatina*, dont la faune a déjà été étudiée avec soin par Tournouër (*B. S. G. F.*, 2e sér., t. 29, p. 502). Grâce aux recherches de M. Boussier, je puis ajouter à cette liste les espèces suivantes :

Pectunculus lugensis Fuchs (*Conchyl. Fauna vicent. Tertiargeb.*, p. 202, pl. XI, fig. 17-19). Espèce à côtes rayonnantes du type *angusticostatus* du bassin de Paris, mais différent de ce dernier, surtout par l'existence de fines costules rayonnantes intercalées entre les côtes principales. M. Fuchs cite l'espèce comme très commune dans les tufs de Sangonini (Vicentin).

Oliva Prestwichi Mayer (*Journal Conchyl.*, 1861, pl. III, fig. 7).

Espèce élancée, du type *clavula* miocène, à spire courte, aiguë, à columelle ornée de plis obliques et en avant d'une callosité fortement plissée. Elle diffère de *O. Zitelli* Fuchs du Vicentin dont elle a la forme générale, par la présence des plis columellaires. L'espèce est de Gaas ; elle est citée des sables de Jeurre par M. Cossmann.

Discohelix Beyrichi Oppenheim (Zeits. deutch. geol. Ges., 1896, pl. III, fig. 1). Un seul individu conforme à l'espèce de l'Eocène de Zovencedo (Vicentin) récemment décrite par M. Oppenheim.

Couche No 3. — Calcaire lacustre gris-foncé avec contre-empreintes de coquilles, où le moulage permet de reconnaître :

Nystia Duchasteli Nyst. var. *crassilabra* Math. Cette variété rho-

danienne diffère du type par sa spire en général non tronquée à l'extrémité et par l'épaississement du péristome. Dans le bassin d'Apt, elle apparaît presque dès la base de l'Oligocène (la Bory, près Roussillon) et s'élève jusqu'au Tongrien supérieur (Bonnieux, vallon de Vaucluse, etc.).

Hydrobia Dubuissoni Bouillet.

Abondante partout dans les calcaires en plaquettes du Tongrien supérieur du bassin du Rhône.

Planorbis (*Gyrorbis*) aff. *declivis* Braun (in Sandberger *Land-und Süssw. Conchyl.*, pl. 25, fig. 9 et pl. 28, fig. 20).

Petite espèce à tours nombreux, étroits, contigus, plats, du groupe des *Planorbis declivis* et *Mariæ*. Il se rapproche peut-être davantage encore du *Pl. Hilgendorfi* Fraas (Sandberger, *loc. cit.*, pl. 28, fig. 19) de la mollasse d'eau douce supérieure du Wurtemberg.

Le *Pl. declivis* est cité par Fontannes de l'Aquitanien inférieur du Puy-Ste-Réparade, Manosque, La Bastide-des-Jourdans.

Couches nos 4 et 5. — Calcaire lacustre brun foncé.

Planorbis cf. *bonilliensis* Font. (*Faune malacol. du groupe d'Aix*, pl. VI, fig. 37-41).

Espèce de moyenne taille, à tours internes nombreux et étroits, avec un dernier tour à croissance nettement plus rapide. Aquitanien inférieur de Bonnieux (Vaucluse).

Limnæa sp. Tours de grosses Limnées indéterminables.

Couches nos 6, 7 et 8. — Calcaire lacustre un peu moins sombre que le précédent.

Tours de Limnées indéterminables.

Couche no 9. — Calcaire plus marneux gris-clair, en plaquettes minces.

Hydrobia Dubuissoni Bouillet. Nombreux exemplaires couvrant les plaquettes. C'est le facies habituel du Tongrien supérieur de la vallée du Rhône.

Couche no 11. — Calcaire lacustre gris en bancs minces. Derniers tours de *Limnæa* sp.

Couche no 12. — Calcaires en plaquettes semblables à 9.

Hydrobia Dubuissoni Bouillet. Nombreux exemplaires.

Couche no 13. — Calcaire marneux en feuillets très minces. Mêmes *Hydrobia* écrasées.

Couche no 14. — Calcaires plus durs en plaquettes assez épaisses, couvertes de contre-empreintes de *Potamides*.

Potamides rhodanicus Fontannes (= *P. submargaritaceus* var. *rhodanicus* Font. *Faune malac. du groupe d'Aix*, pl. I, fig. 16-29).

L'espèce de Barrême est identique au type des environs d'Aix que Fontannes avait rapproché du *P. submargaritaceus* Braun. de l'île de Wight. Selon M. Douvillé *in* de Saporta (*Ann. sc. géol.*, t. 20, pl. II, fig. 1-8), il serait plus voisin du *P. elegans* Desh. du Tongrien du Limbourg belge, dont il serait la forme représentative rhodanienne ; je me range tout à fait à cette opinion. Le type de Barrême diffère surtout de *P. elegans* du Nord par ses tours de spire moins plats, notablement convexes. L'ornementation est fort semblable ; elle consiste en trois rangées principales de granules, dont la supérieure est composée de véritables tubercules arrondis, et en outre d'un cordonnet plus ténu, intercalé entre les deux rangées supérieures.

Le *P. rhodanicus* se trouve surtout dans le Tongrien inférieur des bassins de Marseille, d'Aix, de Gargas et de Manosque ; il s'élève, mais plus rarement, jusque dans le Tongrien supérieur (Bonnieux, La Bastide-des-Jourdans, etc.).

Couche n° 15. — Calcaire lacustre brun-noir, avec fossiles déformés à test blanc.

Limnœa à dernier tour renflé.

Couche n° 16. — Calcaire lacustre plus clair que le précédent.

Même *Limnœa* que dans le n° 15, à dernier tour renflé.

Couches n°s 18, 19 et 20. — Calcaires foncés, en plaquettes irrégulières.

Limnœa sp., indéterminable.

Couches n°s 21, 22 et 23. — Calcaires lacustres bruns, à fossiles blancs. Ces couches pourraient être la réapparition du n° 15, par l'effet d'un petit synclinal secondaire. Deux espèces de Limnées, l'une à dernier tour ventru du type *L. pachygaster* Thomœ, ou bien de *L. Garnieri* Font. ; l'autre, allongée, à dernier tour étroit, se rapprochant du type *L. œqualis* de Serres, du Tongrien de Salinelles (Gard).

Couche n° 24. — Marnes mollassoïdes, brun-verdâtre.

Limnœa cf. *Garnieri* Font. (*loc. cit.*, pl. VI, fig. 9-11). Espèce peu allongée, à spire aiguë, à tours légèrement convexes, à dernier tour renflé et globuleux. Le type provient de l'Aquitanien inférieur du bassin d'Apt (Bonnieux, La Bastide-des-Jourdans).

Helix Ramondi Brongn. Spécimens identiques à ceux des argiles aquitaniennes du bassin de Marseille. Partout à ce niveau dans le bassin du Rhône.

Unio jordanorum Font. (*Faune malac. du groupe d'Aix*, 51, pl. VII, fig. 7-9).

Petite espèce allongée, elliptique, à sommet très déjeté en avant, à côté antérieur arrondi, à côté postérieur très prolongé, triangulaire et sub-rostré, dont la fig. 1 reproduit le profil.

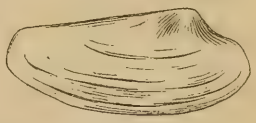


Fig. 1. — *Unio jordanorum.*

J'attribue un peu provisoirement cette *Unio* à l'*U. jordanorum* décrite par Fontannes de l'Aquitanien inférieur de La Bastide-des-Jourdans (Vaucluse) ; la description de Fontannes convient tout à fait à l'espèce de Barrême, mais l'imperfection des figures ne permet pas une certitude absolue dans ce rapprochement.

Tournouër a cité l'*Unio* de Barrême (*B. S. G. F.*, 2e sér., t. 29, p. 507), sous le nom d'*Unio ? mollassicus* de Mortillet, espèce de l'Aquitanien de Savoie, qui n'a jamais été figurée.

Unio Favrei Locard (*mollusques tert. suisse*, *in* Mém. Soc. pal. suisse, t. XIX, pl. 12, fig. 14).

Un petit *Unio* de Barrême, de forme courte, arrondie, subrectangulaire en arrière, répond entièrement (fig. 2) à l'espèce aquitanienne du moulin de Pandèze (Suisse), décrite par M. Locard, sous le nom d'*U. Favrei*. Je n'en ai observé qu'un seul exemplaire parmi les nombreux spécimens d'*Unio* que j'ai recueillis à Barrême.

Fig. 2.—*Unio Favrei.*

Couche n° 25. — Marnes verdâtres, schistoïdes.

Unio jordanorum Font.

Limnœa sp. (petits individus, à dernier tour renflé, du groupe *Garnieri* ou *pachygaster*.

Hydrobia cf. *Dubuissoni* Bouillet.

Couche n° 26. — Calcaire lacustre dur, gris-foncé.

Même petite *Limnée* renflée que dans le n° 25.

Couches nos 27 et 28. — Marnes schistoïdes et calcaires bruns en plaquettes.

Même *Limnée* que dans le n° 25.

Planorbis dealbatus Braun (*in* Sandberger *Land u. Süssw. Conchyl.*, pl. 25, fig. 10).

Très petite espèce, convexe en dessus, aplatie en dessous, caractérisée par son dernier tour très développé et embrassant fortement, convexe en dessous.

L'espèce existe dans le calcaire à *Hydrobies* du bassin de Mayence. Maillard l'indique dans l'Aquitanien d'Yverdon, près Neuchâtel. Elle n'était pas encore citée du bassin du Rhône.

Couche n° 29. — Calcaire marneux gris-foncé.

Même petite *Limnée* renflée que dans le n° 27.

Couche n° 30. — Molasse gris-verdâtre. C'est la réapparition évidente du n° 24, par suite du synclinal.

Unio jordanorum Font.

Helix Ramondi Brong.

Couche n° 31. — Calcaire lacustre, gris-foncé. Réapparition du n° 23 par suite du synclinal.

Même *Limnée* que dans le n° 29.

Couche n° 33 — Marnes grisâtres schistoïdes.

Helix Ramondi Brong.

Limnæa cf. *Garnieri* Font.

Cyrenea Mermieri n. sp. (fig. 3).

Forme courte, suborbiculaire, largement arrondie en arrière, un peu atténuée en avant, à sommet gros, notablement incliné en avant. C'est, je crois, une forme nouvelle, qui n'est décrite ni par Fontannes dans le bassin du Rhône, ni par M. Locard dans l'Aquitanien de Suisse. M. Mermier a recueilli la même forme dans l'Aquitanien du Royans, ce qui m'engage à lui dédier cette nouvelle espèce.

Fig. 3. — *Cyrenea Mermieri* n. sp.

Conclusions stratigraphiques. — On peut répartir les diverses couches de cette coupe en trois groupes distincts correspondants aux degrés divers de dessalure du milieu dans lequel elles se sont formées, degré qui diminue progressivement de la base au sommet, comme cela a lieu habituellement pour les formations oligocènes de nos régions.

1° *Un groupe inférieur franchement marin* (couches n°s 1 et 2) constitué par les grès à *Natica Garnieri* de Barrême, dont l'équivalence avec les grès et conglomérats tongriens du Piémont (Dego, Sassello, etc.) et avec les couches de Castel-Gomberto dans le Vicentin a été depuis longtemps indiquée par Tournouër. Pourtant la présence de *Nystia Duchasteli* et de *Potamides rhodanicus* dans des couches situées bien au-dessus de ces grès marins tendrait à faire considérer ces derniers comme appartenant à un niveau assez inférieur de l'étage tongrien, sans qu'il soit facile de préciser davantage.

2° *Un groupe de couches à faune saumâtre* (n°s 3 à 14) séparé du

groupe marin par une masse assez épaisse de poudingues et de marnes rouges non fossilifères. La faune comprend :

Nystia Duchasteli Nyst. var. *crassilabra* Math.
Hydrobia Dubuissoni Bouillet.
Potamides rhodanicus Font.
Planorbis aff. *declivis* Braun.
— cf. *bonilliensis* Font.
Limnœa sp.

Les *Nystia Duchasteli* et *Potamides rhodanicus* se montrent habituellement dans les bassins de Marseille, Aix et de Gargas vers la base du Tongrien, à une assez faible distance verticale au-dessus de la base du groupe d'Aix, mais ces espèces remontent en quelques points jusqu'au Tongrien supérieur. Quant à l'*Hydrobia Dubuissoni*, elle caractérise partout dans le bassin du Rhône et avec une extrême abondance, les calcaires en plaquettes du Tongrien supérieur, tel que je l'ai entendu dans les bassins d'Apt et de Manosque (*Légende de la feuille de Forcalquier*). Je suis donc amené à rapporter l'ensemble du groupe saumâtre en question à la partie supérieure de l'étage tongrien.

3° *Un groupe à faune presque exclusivement fluvio-terrestre* (couches nos 15 à 33) avec la faune suivante :

Helix Ramondi Brongn.
Limnœa cf. *Garnieri* Font.
— cf. *æqualis* de Serres.
Unio jordanorum Font.
— *Favrei* Loc.
Cyrenea Mermieri n. sp.

La présence de l'*Helix Ramondi* et des *Limnées* renflées du groupe *pachygaster* permettent de rapporter ces couches à l'Aquitanien. En outre, l'*Unio jordanorum* provient de l'Aquitanien inférieur de La Bastide-des-Jourdans, l'*U. Favrei* est de l'Aquitanien suisse et la *Cyrena Mermieri* a été découverte par M. Mermier dans l'Aquitanien du Royans.

L'équivalence de ces divers horizons est donc la suivante :

Aquitanien. — Calcaires et mollasses à *Helix Ramondi* et *Unios.*

Tongrien supérieur. — Calcaires lacustres en plaquettes à *Potamides rhodanicus, Hydrobia Dubuissoni, Nystia Duchasteli.*

Tongrien moyen. — Conglomérats et marnes rouges sans fossiles.

Tongrien inférieur. — Grès marin à *Natica Garnieri* et *crassatina*.

MM. **Kilian, P. Lory** et **Douxami** ont recueilli dans les conglomérats sannoisiens de la route de Gévaudan des *galets rouges et verts* qui les avaient frappés. Des préparations microscopiques en ont été faites et soumises à M. **Termier**, qui a bien voulu en donner les diagnoses suivantes :

Préparation N° 73. — Rien qui puisse faire soupçonner la nature de la roche. Ce n'est que Chlorite et Epidote avec un peu de Quartz. On peut admettre que le tout provient de la décomposition d'une roche neutre, c'est à-dire tenant de 55 à 65 °/₀ de Silice, mais ce n'est pas même bien sûr.

Prép. N° 72. — Quartzite rose extrêmement fin, qui ne manifeste aucun caractère éruptif.

Prép. N° 71. — *Roche éruptive* franche. L'acidité relative des microlithes (oligoclase-andésine), leur disposition radiée, la présence de très grands cristaux d'un feldspath du premier stade, rapprochent cet échantillon de certaines Porphyrites augitiques du Pelvoux, beaucoup plus que des Mélaphyres (Spilites). Les silicates ferromagnésiens sont malheureusement détruits, en sorte que cette conclusion reste douteuse. En tout cas, Porphyrite du Pelvoux ou Mélaphyre du Drac. La structure indique une roche de filon et non pas une roche effusive.

On voit qu'une partie des galets de ce conglomérat a une provenance assez lointaine et est probablement originaire de Pelvoux.

On sait, d'autre part, que les *cailloux rouges et verts* sont fréquents dans les dépôts détritiques des Alpes ; il y en a dans les poudingues probablement aquitaniens du Dévoluy, dans la mollasse miocène caillouteuse des environs de Grenoble, etc. Il serait du plus haut intérêt qu'une étude précise fût faite de ces galets qui ne sont peut-être pas tous de même origine ni de même nature.

SUR DIVERS GISEMENTS FOSSILIFÈRES

DE LA

RÉGION DE CASTELLANE (Basses-Alpes)

par M. **W. KILIAN.**

La Réunion extraordinaire de la Société géologique dans les Basses-Alpes et la publication de la feuille Castellane de la carte géologique détaillée ont remis encore une fois à l'ordre du jour, l'étude stratigraphique des dépôts secondaires, si fossilifères, des Basses-Alpes méridionales.

Nous avons eu l'occasion de réunir, dans le cours de plusieurs voyages, un certain nombre de coupes et de renseignements relatifs au Jurassique et au Crétacé de cette intéressante contrée. Nous pensons que, malgré leur caractère parfois incomplet, leur publication dans ce compte-rendu peut avoir quelqu'intérêt et qu'il complètera, dans une certaine mesure, les données, forcément très brèves, insérees dans la notice explicative de la feuille Castellane.

A. — Saint-Jacques

Une coupe menée de Barrême au col St-Jacques donne une série complète du Crétacé inférieur et du Jurassique supérieur (fig. 1).

Cette série a été visitée en 1872 par la Société géologique [*B. S. G. F.*, 2e série, p. 674 et suiv.; fig. p. 680 et Pl. IX, fig. 3]; nous allons en résumer brièvement les principaux caractères et l'on verra qu'elle n'avaient pas été exactement interprétée par nos prédécesseurs (1).

(1) Voir : Hébert in *B. S. G. F.*, 2e série, t. XX, XXV, XXVI, t. XXVIIt. XXIX, 1872. — Coquand, id. t. XIII et t. XXVI, p. 120. Voir aussi : d'Orbigny. Cours élém. de Pal. et de Géol. strat. Paris, Masson 1852, fig. 416 (Coupe de Barrême à Chaudon, par St-Jacques). — Ch. Vélain : Nouvelle étude sur la position des calcaires à *Terebratula janitor*. (*B. S. G. F.*, 2e série, t. XXVII, 1870). — 1872. Vélain. L'Oxfordien et le Néocomien dans le Midi de la France (id. t. XXIX, p 129).

En sortant de Barrême par le quartier des Vignes, on traverse l'*Aptien inférieur*, autrefois confondu avec le Barrêmien (1), sous la forme de calcaires légèrement marneux, cassants, d'un gris brunâtre, avec bancs bleuâtres, contenant *Acanthoceras Martini* et *Stobiesckii*. Ces couches (voir figure 1) se distinguent du Barrêmien sous-jacent par leur aspect moins bicolore.

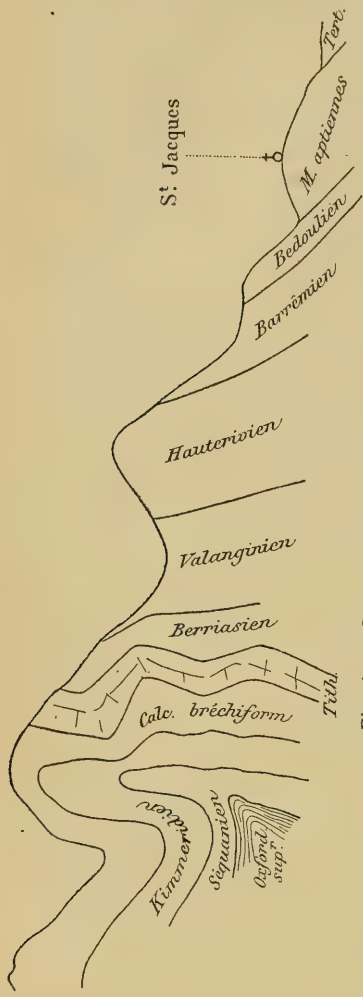


Fig. 1. — Coupe de Barrême au col St-Jacques.

Viennent ensuite, comme l'a parfaitement montré M. Vélain, le *Barrêmien*, l'*Hauterivien* et le *Valanginien* très inclinés (voir fig. 1) avec leurs caractères habituels et leur facies vaseux. Vers le col, on voit les bancs *berriasiens* également redressés, puis des calcaires gris très clairs à reflet blanc, présentant quelques petits contournements (voir la fig. 1) et faisant saillie dans la topographie ; c'est le Tithonique supérieur auquel fait suite le Tithonique inférieur avec ses gros bancs de pseudo-brèches ; on trouve ensuite les calcaires à silex de la zone à *Aspidoceras acanthicum* (Kimeridgien) (2), le *Séquanien* plus marneux, le *Rauracien* et l'*Oxfordien* marno-calcaire, sur le versant des Dourbes. Du côté de Bedejun, apparaissent les Marnes oxfordiennes très développées, puis le *Callovien* (schistes à Posidonomyes), à la base duquel existe un niveau à

(1) Hébert (loc. cit.) a cité d'ici : *Desmoc. Matheroni* et *Ancyloc. Matheroni*.

(2) On sait que Coquand avait signalé dans le Jurassique supérieur des Dourbes : *Cidaris florigemma* et *Hemicidaris purbeckensis*. En revanche, Hébert et M. Vélain ne cessèrent de proclamer l'absence, dans cette coupe, des étages corallien, kimeridgien et portlandien.

Ammonites pyriteuses (Haug, *loc. cit.*, p. 82), au-dessous duquel apparaît près de Chaudon le Dogger dont la composition a fait l'objet des études de M. Haug (1).

Sans revenir sur les détails de cette succession, déjà publiés par les divers auteurs cités plus haut, nous rappellerons cependant que le Barrêmien y contient *Pygope janitor*, ainsi qu'a pu s'en assurer, dès 1879, la Société géologique.

Cette coupe nous suggère, en outre, les observations suivantes :

1° Pour le Crétacé inférieur le facies uniformément vaseux et à Céphalopodes avec présence *de toutes les zones classiques* de la Montagne de Lure, est à remarquer d'autant plus que dans la localité voisine de Chabrières (les Courtiers), des niveaux glauconieux, la présence de Spatangues et de types d'Ammonites spéciaux accusent déjà une notable altération de ce facies vaseux.

2° Pour le Jurassique supérieur, il faut noter la réduction d'épaisseur du Tithonique et du Kimeridgien, alors que l'Oxfordien présente une puissance assez considérable.

La barre jurassique qui figure sur notre coupe est la même qui, tout près de là, constitue la longue crête des Dourbes.

B. — Saint-Julien, Angles, Vergons

Près de St-Julien (2), sur la route de Vergons, la coupe est plus complète (3) pour les couches supérieures.

Au-dessus du *Dogger* à *Perisphinctes procerus* Seeb. et *Steph. linguiferum* d'Orb., on traverse, en se dirigeant vers Vergons, le *Callovien* et l'*Oxfordien*, dont les assises supérieures sont rubanées et présentent leur habituelle alternance de bancs marneux et calcaires.

On voit ensuite :

Calcaires en bancs réguliers avec intercalations de marnes schisteuses et rognonneuses, rappelant l'Argovien de Chabrières.

Phylloceras tortisulcatum d'Orb., sp.

Petits bancs de calcaires bréchiformes à éléments fins, nombreuses *Belemnites* ; épaisseur 60 centimètres.

Calcaires gris foncés, compacts, à cassure esquilleuse et à reflet blond.

Belemnites sp.

Bancs de calcaires gris à silex.

Perisphinctes sp.

(1) 1891. Ch. subalp. entre Digne et Gap.

(2) V. Garnier, *in B. S. G. F.*, 2e série, t. XXIX, p. 732.

(3) Voir Vélain. Observations. (*B. S. G. F.*, 2e série, t. XXIX, p. 705, 1872), et Id. Pl. X, fig. 3. — V. aussi d'Orbigny (Prodrome de Pal.) et Fallot (Thèse).

Tithonique. — Grandes masses de calcaires, dans lesquels on distingue plusieurs bancs de fausses brèches souvent mouchetées de pyrite, des bancs rognonneux, des couches *à silex* et quelques intercalations régulièrement stratifiées.

Vers le milieu, dans un gros banc de fausses brèches, nous avons recueilli *Pygope janitor.*

C'est ici que nous commençons notre coupe détaillée :

1° Calcaires bréchiformes du **Tithonique inférieur** présentent à un haut degré la structure de *pseudobrèche* et possèdent un aspect qui rappelle la galantine; dans certains de ces gros bancs, on remarque un grand nombre de cristaux de pyrite ; des rognons de silex et des filons de calcite s'y font aussi remarquer :

Belemnites sp.	*Pygope janitor* Pictet, sp.
Duvalia sp.	*Aptychus punctatus* Voltz.

Ces assises sont exploitées dans une carrière à côté du Pont Julien ; en outre, elles ont fourni la plupart des gros blocs qui ont servi au colmatage du Verdon. Elles reposent sur des calcaires gris compacts à silex :

2° Calcaires gris compacts avec bandes de silex.

3° Banc de fausse brèche.

4° Calcaires gris compacts.

5° Nouveau banc de pseudobrèche.

6° Calcaires gris compacts avec Bélemnites.

7° Banc de pseudobrèche.

8° **Tithonique supérieur.** — Calcaires d'une teinte plus claire, d'un gris jaunâtre, cassants, sublithographiques, légèrement marneux et contenant quelques silex : *Aptychus punctatus* Voltz, *Hoplites privasensis* Pict. sp.

9° Calcaires gris clair, compacts, à cassure esquilleuse, en bancs mal stratifiés.

10° **Berriasien.** — Calcaires bicolores à taches bleuâtres, bien stratifiés, avec délits marneux et schisteux.

Hoplites callistoides Behr.	*Lytoceras Honnorati* d'Orb., sp.
— *Boissieri* Pict., sp.	*Holcostephanus Negreli* Math., sp.

Ces couches deviennent, vers le haut, de plus en plus marneuses. — Epaisseur 50 à 60^{m}.

Valanginien. — Calcaires marneux alternant avec des bancs épais de marnes schisteuses. Fossiles pyriteux :

Belemnites (Duvalia) latus Bl.
— — *Emerici* d'Orb.
Phylloceras semisulcatum d'Orb., sp.
Ptychoceras neocomiense d'Orb., sp.
Haploceras Grasi d'Orb., sp.
Holcostephanus Astieri d'Orb., sp.
Cosmoceras verrucosum d'Orb., sp.
Hoplites pexiptychus Uhl.
— *neocomiensis* d'Orb., sp.
Phylloceras serum Opp.
Aptychus Didayi Coq.
Opis sp.
Lucina sculpta d'Orb.

Epaisseur assez considérable (30 à 40m).

Au sommet, les Ammonites pyriteuses sont remplacées par de grands *Hoplites* écrasés (*Hopl. amblygonius* N. et Uhl. et *regalis* Bean).

Hauterivien. — Calcaires bicolores en bancs plus épais, alternant avec des marnes schisteuses bleuâtres :

Phylloceras infundibulum d'Orb. sp.
Crioceras Duvali Lév.
Holcodiscus cf. *incertus* d'Orb. sp.
Holcodiscus intermedius d'Orb. sp.
Hoplites curvinodus Phil.
— cf. *castellanensis* d'Orb. sp.

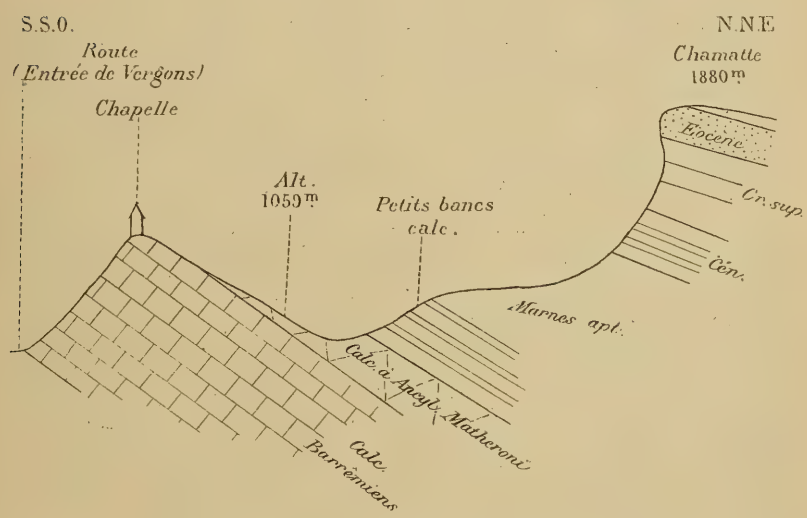


Fig. 2. — Coupe relevée aux environs de Vergons.

Les bancs schisteux se réduisent ; les calcaires deviennent plus durs, ont une apparence brunâtre et sont gris plus foncé à l'intérieur :

Holcostephanus Astieri d'Orb., sp.
Holcostephanus psilostomus N. et U.

Calcaires pareils aux précédents, alternant avec des marnes schisteuses bleuâtres ; le tout a une apparence rubanée et bicolore caractéristique :

Desmoceras cassida d'Orb., sp.
Crioceras Duvali Lév.

Barrêmien. — Calcaires d'une teinte brunâtre ou gris jaunâtre, à surface rugueuse, avec quelques bancs marneux beaucoup moins importants.

Desmoceras difficile d'Orb., sp. (var. *hemiptycha* Kil.).
Phylloceras Tethys (*semistriatum*) d'Orb., sp.
Phylloceras infundibulum d'Orb., sp.
Holcodiscus sp.
Desmoceras sp.
Crioceras Emerici d'Orb.
— cf. *Koechlini* Ast.
Crioceras divers.

Bancs plus clairs, sonores, riches en fossiles :

Macroscaphites Yvani Puzos.
Heteroceras sp.

Gros bancs de calcaires bicolores, avec quelques silex :

Belemnites minaret Rasp.
Lytoceras Phestus Math., sp.
Costidiscus recticostatus d'Orb., sp. (abondant).
Phylloceras infundibulum d'Orb., sp.
Desmoceras difficile d'Orb., sp.
Silesites Seranonis d Orb., sp.
Silesites vulpes Math. sp.
Hoplites Feraudi d'Orb. sp.
Heteroceras Astieri d'Orb.
Inoceramus sp.
Pygope janitor Pict., sp.

On a trouvé, tout près de Vergons, dans le Barrêmien d'Angles (localité souvent citée par d'Orbigny) : *Am. Fabrei* Torc. (Muséum de Lyon), *Heteroceras Astieri* d'Orb. (id.; collect. Thiollière, figurant sous le nom d'*Ancyloc. Thiollierei*), *Desmoceras quinquesulcatum* Math., sp. (coll. Sayn), *Hoplites Feraudi* d'Orb., sp., etc.

C'est d'Angles que proviennent la plupart des Criocères décrits et cités par Astier (*loc. cit.*) et d'Orbigny, notamment : *Crioceras* d'Orb., *Duvali*, *Crioc. Villersi*, *Cr. van den Heckei*, *Cr. pulcherrimum* d'Orb., sp., *Ancyl. Cornueli* d'Orb., *Ancy. Puzosi* d'Orb., *Anc. Emerici*.

Aptien inférieur. — Calcaires marneux, cassants, gris jaunâtres, à silex.

Belemnites minaret Rasp.
Costidiscus recticostatus d'Orb., sp.
Acanthoceras cf. *Stobiesckii* d'Orb. sp.
— *Amadei* Uhl.
Desmoceras Matheroni d'Orb., sp.
— cf. *Belus* d'Orb., sp.
Hoplites Deshayesi Leym., sp.
— n. sp.

On remarque, dans ces calcaires, des nodules ferrugineux et quelques petites Ammonites pyriteuses.

Ces bancs sont faciles à observer sur le chemin de Vergons à St-Julien, à la hauteur d'une petite chapelle.

Ancyloc. Matheroni avait été déjà signalé ici par M. Vélain.

Marnes aptiennes avec quelques bancs calcaires à rognons ferrugineux alternant à la base avec les marnes :

Terebratula (Glossothyris) hippopus d'Orb.
Hoplites n. sp.
Phylloceras Guettardi Rasp. sp.
Desmoceras Matheroni d'Orb. sp. (Jeune).
Desmoceras cf. *Belus* d'Orb., sp.
Desmoceras Melchioris Tietze.
Haploceras impressum d'Orb. sp.
Lytoceras Duvali d'Orb. sp.
Belemnites semicanaliculatus Blainv.
Etc.

La coupe se continue sur les flancs de la montagne de Chamatte ; les *marnes aptiennes* sont reliées au *Cénomanien* par une continuité parfaite ; et il est difficile de distinguer les couches marneuses qui certainement doivent représenter le facies vaseux du **Gault.**

Le *Cénomanien* (*Acanthoceras Mantelli, Rhotomagensis, Schloenb. varians*, etc.) offre son facies marno-calcaire comme à St-Lions ; il supporte le *Crétacé supérieur*, que couronne le *Nummulitique* (sommet de Chamatte) et dont M. Vélain (*loc. cit.*) a donné une coupe détaillée.

Ici encore, le facies de toutes ces assises est vaseux ; la continuité du régime à Céphalopodes est particulièrement accusée.

Signalons aussi, dans cette même région, à Moriez (1), de gros bancs de 1 à 2m de calcaires à silex légèrement marneux, contenant *Acanthoceras Martini*, *Hopl. Deshayesi*, *Cost. recticostatus*, *Belemnites minaret*, *Ancyloceras* du groupe d'*Ancyloceras Matheroni*, *Pecten alpinus*. C'est l'**Aptien inférieur** dont la présence constante avait été souvent méconnue dans cette région. Ces bancs prennent, par l'exposition à l'air, un aspect légèrement brunâtre. Le *Barrêmien*, qui est recouvert par cette assise, contient ses fossiles habituels (*Phyll. infundibulum*, *Desm. cassida*, *Desm. difficile*, etc.). Il présente son facies vaseux, bicolore, et il est plus marneux que l'étage précédent. Vers St-Lions, il comprend un niveau de *calcaires en plaquettes* rappelant les couches du sommet de Lure.

(1) M. Fallot a publié, dans sa thèse, une coupe des environs de Moriez et d'Hyèges.

C. — Remarques sur la succession observée au col Saint-Pierre, entre Senez et Taulanne (1).

Après avoir quitté les terrains tertiaires du pied du col, on voit affleurer, en montant, dans les fossés de la route, des plaquettes gris-bleues, jaunâtres à l'extérieur, dont la surface est couverte d'*Avicula contorta* Portl., c'est le Rhétien, connu en ce point depuis les travaux de Dieulafait et de M. Vélain.

Un peu plus loin, on peut recueillir, toujours dans les fossés de la route, dans des couches marneuses séparant des lits calcaires : *Psiloceras planorbis* d'Orb., sp., de nombreuses *Cardinies, Ostrea sublamellosa* Dunk., *Lima valoniensis* Defr., *Plicatula hettangiensis* Terq. et maints autres fossiles.

Plus haut, et après une interruption de la coupe, des calcaires gris bleuâtres à silex et à fossiles phosphatés jaunâtres, fournissent dans une petite carrière : *Parkinsonia Parkinsoni* Sow. (forme type), *Cosm. Garanti* d'Orb., et de nombreuses *Belemnites* (*Belemnopsis*).

Puis viennent des bancs à *Cancellophycus*, épais et bleuâtres avec *Phylloceras*, sp., *Lytoceras tripartium* Rasp. (abondant), sp., *Perisphinctes procerus* Seeb., sp.

Le Callovien et l'Oxfordien inférieur sont réduits, probablement par suite de phénomènes mécaniques.

L'*Oxfordien supérieur* marnocalcaire se fait remarquer par sa *structure pseudobréchoïde* très analogue à celle que l'on constate dans toute la région à plusieurs niveaux du Jurassique supérieur et notamment dans le Tithonique inférieur (fausses brèches). On voit nettement ici que cette apparence bréchiforme est due à l'englobement dans un ciment calcaire de rognons plus ou moins branchus et de grumeaux comme ceux que l'on peut observer en abondance dans l'Oxfordien de Chabrières. Ces rognons sont simplement cimentés ici au lieu d'être épars dans la marne.

Le *Séquanien* (v. Vélain, *loc. cit.*, p. 884, le détail des assises du Jurassique supérieur) se rencontre sous forme de calcaires en bancs réguliers, bien lités, avec bancs bréchiformes et délits marneux ; il est très puissant et renferme : *Sutneria platynota* Rein., sp., *Aptychus sparsilamellosus* Guemb., *Aptychus punctatus* Voltz., *Perisph.*

(1) Voir : Vélain. Course du 12 septembre 1872. (*B. S. G. F.*, 2e série, t. XXIX, 1872, p. 683.

Duval-Jouve a mentionné comme provenant de cette localité : *Bel. acutus* Bl. du Lias, *Bel. hastatus* Bl. et *semihastatus* Bl. de l'Oxfordien.

Lothari Opp., *Oppelia* sp., *Phyll.* (*Sowerbyceras*) *tortisulcatum* d'Orb., *Belemnites* sp., et quelques Spongiaires ; des mouchetures de pyrite se rencontrent en plusieurs points.

Viennent ensuite de gros bancs massifs à rognons de *silex* alignés, puis des calcaires compacts sans silex à cassure esquilleuse.

Enfin des calcaires de teinte claire, esquilleux, représentent, près du col, le *Tithonique supérieur*. Ils alternent bientôt avec des bancs plus marneux, rognonneux, à *Rhynchonella contracta*.

Au-dessus de ces couches se présentent des marnocalcaires à *Belemnites latus*, *Bel. Orbignyanus*, qui représentent le *Berriasien* et qui supportent le Valanginien à Ammonites pyriteuses.

Cette localité est *un des points les plus méridionaux* où existent le facies pyriteux du Valanginien et le développement normal, à Céphalopodes, du Jurassique supérieur.

D. — La Palud-de-Moustiers

Les caractères du Crétacé, dans les environs de cette localité, sont très intéressants et mériteraient une étude détaillée. Voici, d'après un examen rapide, quelle paraît y être la succession :

1° Calcaires blancs (= **Tithonique**).

2° Partie supérieure du Calcaire blanc, moins massive, se délitant obliquement à la stratification, en dalles informes, légèrement jaunâtres et spathiques (Equivalent probable du **Berriasien**).

3° Couches de marnes avec bancs de calcaires remplis de *Toxaster granosus*, *Collyrites*, n. sp., *Trigonia caudata* Ag., *Panopæa neocomiensis* Ag., *Hoplites* sp. C'est un facies à *Spatangues* du **Valanginien**.

4° **Hauterivien** marneux à *Toxaster retusus* Lam., sp. (*Echinospatagus cordiformis* Breyn.), *Exogyra Couloni* Defr., *Pholadomya elongata* Münst., *Holcostephanus Sayni* Kil., *Holcost. Atherstoni* Sharpe, sp., *Holcost. perinflatus* Math., sp., *Desmoceras* (?) *voironense* de Lor. sp., nombreux *Hoplites* : *Hopl. Leopoldi*, *H. castellanensis*, *H. curvinodus* Phill., *H. monasteriensis* Kil., *H. radiatus* Brug. sp., *Desm. Julianyi* Honn. sp., *Hoplites Frantzi*, n. sp. (= *H. Ottmeri* N. et U., pl. XXXV, fig. 1), *Crioceras Seeleyi* N. et U., etc. Suite assez épaisse de bancs qu'il serait sans doute possible de subdiviser et qui se présentent fort bien dans les alentours du hameau de Boulogne.

5° Le **Barrêmien** est très réduit, glauconieux, mais très riche en fossiles ; nous y avons trouvé : *Desm. Charrieri* (d'Orb.) Fallot, sp., *Pulchellia pulchella*, *P. Didayi* d'Orb., sp., *Hoplites Feraudi* d'Orb., sp., *Holcodiscus Perezi* d'Orb., sp., *Ancyloc. Thiollierei* Ast. (M. Sayn).

La collection Honnorat, à Digne, renferme de cette couche : *Desmoceras Charrieri* (d'Orb.) Fallot, sp., *Desm. cassida* Rasp., sp., *Desm. difficile* d'Orb., sp., *Holcodiscus Caillaudi* d'Orb., sp., *Holcod. Perezi* d'Orb., sp., *Crioceras Heberti* Fall., et un grand nombre d'espèces nouvelles que M. Honnorat se propose, depuis longtemps, de décrire lui-même.

6° L'**Aptien** fait totalement défaut, et c'est le **Gault** glauconieux, sableux et phosphaté qui recouvre directement et ravine le Barrêmien. Les fossiles y sont nombreux (Quartier de Bouras) :

Belemnites minimus d'Orb., sp.
Hoplites interruptus Brugu., sp.
Desmoceras latidorsatum d'Orb., sp.
— *Beudanti* d'Orb., sp.
Anisoceras sp.
Acanthoceras Lyelli d'Orb., sp.
— *mamillare* Schl., sp.
Pleurotomaria cf. *lima* d'Orb.
Rostellaria sp.
Inoceramus concentricus Park.
Ostrea Raulini d'Orb.
Terebratula Dutemplei d'Orb.
Rhychonella lata Pict. et Roux (non d'Orb).
— *Emerici* d'Orb.
— *sulcata* Dav.
— *antidichotoma* Buv.
— *polygona* d'Orb.
— *pecten* d'Orb.
— *Clementina* d'Orb.
Cidaris pilum Cott.
Peltastes Studeri Cott.
Pseudodiadema Brongniarti Desor.
Discoidea rotula Ag.
— *conica* Desor.
Echinoconus castanea Brongn.

7° Le Gault inférieur est séparé du Cénomanien par des grès quartzoglauconieux d'un jaune verdâtre, qui rappellent beaucoup les *grès susaptiens* de la Drôme et qui contiennent de grands et superbes exemplaires de *Schlœnbachia inflata* et de *Desmoceras planulatum* (1).

Ces grès se délitent en sortes de *boules* très caractéristiques.

Le Barrêmien glauconieux à *Desmoceras Charrieri difficile* et nombreuses *Belemnites* se présente encore très nettement près de Castellane, sous une chapelle située à côté de la route de Grasse,

(1) Le cantonnier Paulet (Maxime) recueille ces grands Céphalopodes et il est facile de s'en procurer chez lui. Nous en avons déposé un bel exemplaire dans les collections de la Sorbonne.

près du village de la Garde. Il est là recouvert par les Marnes aptiennes dont le sépare une faible épaisseur de calcaires blancs grisâtres, compacts, criblés de rognons ferrugineux et contenant : *Desmoceras* sp., *Belemnites semicanaliculatus* d'Orb.

Les calcaires gris marneux barrêmiens se montrent également entre la Garde et le Mousteiret, où ils contiennent : *Belemnites minaret* Rasp., *Macroscaphites Yvani* Puzos et des *Toxaster*, et où ils recouvrent une couche glauconieuse à *Belemnites pistilliformis*, *Bel. Josephinae*, *Desmoceras* sp., *Crioceras Duvali*, *Ter. Moutoni*.

On voit que lorsque le facies marno-calcaire de cet étage coexiste avec le type glauconieux, la position de ce dernier n'a rien de fixe : tantôt il surmonte le facies marno-calcaire, comme aux Courtiers, près de Chabrières, tantôt il lui est inférieur.

E. — Le Logis du Pin (1).

Sur la route de Castellane à Grasse, près du Logis du Pin, on observe une succession intéressante dont voici les éléments :

1° Marno-calcaires à ciment, de couleur claire, avec *Toxaster* et *Hoplites*.

2° Pont (petite interruption de la coupe).

2° bis **Barrêmien :** Calcaires bicolores avec nombreuses *Belemnites* (*Bel. minaret* Rasp., *Bel. Josephinae* Honn., etc.), *Heteroceras*, *Ancyloceras*.

3° Couche glauconieuse. — Calcaires blanchâtres piquetés de glauconie, riches en fossiles (2) : *Pulchellia Didayi* d'Orb., sp., *P. Karsteni* Uhl., *Desmoceras Charrieri* d'Orb., sp., *Desm. difficile* d'Orb., sp., *Céphalopodes* déroulés divers, *Ancyloceras Hoheneggeri* Uhlig (conforme à la figure qu'en a donnée M. Haug), *Crioceras Heberti* Fallot, *Pecten* sp.

4° Autre couche glauconieuse, remarquable par l'abondance de très longues *Belemnites* (*Bel. Josephinae*) ; *Terebratula Moutoni* d'Orb., *Pecten alpinus* Oost., *Pulchellia*, sp., *Crioceras Emerici* d'Orb.

(1) Voir : Hébert. Le Néocomien inférieur dans le Midi (*B. S. G. F.*, 2e série, t. XXVIII, 1871, p. 155). — Dans ce travail, Hébert donne quelques indications assez vagues sur les couches glauconieuses à *Toxaster* de cette localité et sur le Barrêmien, très analogue à celui d'Escragnolles, qui affleure non loin de là, dans le voisinage (3 kil.) du Logis de Séranon.

(2) Astier cite, du Logis du Pin, *Ancyl.* (*Crioceras*) *cristatum* d'Orb., sp.

5° Calcaires blanchâtres avec *Acanthoceras* sp., *Belemnites* et *Ancyloceras* (**Aptien inférieur**).

6° Marnes aptiennes à *Belemnites semicanaliculatus* Bl.

Un peu plus loin, vers Séranon, une petite tranchée de la route, près d'un petit bois, nous a fourni une jolie faune **cénomanienne** particulièrement riche en Brachiopodes :

Belemnites sp.
Acanthoceras rhotomagense d'Orb., sp.
Ostrea biauriculata d'Orb.
Cardium proboscideum d'Orb., sp.
Rhynchonella Lamarcki d'Orb., c.c.
— *compressa* d'Orb.
Terebratula biplicata Defr. c. c.
— *phaseolina* d'Orb., c. c.
— *Dutemplei* d'Orb., c. c.

On peut étudier en outre quelques bons gisements cénomaniens le long de la route de Castellane à Grasse, entre la Garde et le Mousteiret.

F. — Sur le Crétacé inférieur des environs de Chabrières (Basses-Alpes) (1).

La coupe du Jurassique supérieur à pendage N.-N.-O. que donnent la route et le tunnel du chemin de fer dans la « Clue » de l'Asse offre le type vaseux normal de ce système, tel que nous l'avons décrit à Sisteron.

Le Tithonique montre ses divisions habituelles; il est, comme à Chardavon, riche en silex et présente des bancs bréchiformes (visibles dans le défilé, près d'une petite porte en fer). On voit ensuite les calcaires à *Phyll. Loryi*, puis le Séquanien à *Perisph. Lothari* Opp., *Aptychus latus* Quenst., le Rauracien marno-calcaire bien stratifié (*Pelt. bimammatum*, coll. Honnorat, et citée en 1872 [*B. S. G. F.*, 2e série, t. XXIX, p. 132] par M. Vélain), et enfin l'Oxfordien supérieur *grumeleux*, dont la richesse en fossiles a fait la réputation de Chabrières (2) et qui rappelle d'une façon frappante les gisements du même âge des Vans et de Joyeuse (Ardèche).

(1) Voir : 1873. Th. Ebray. Stratigraphie des étages qui affleurent dans la cluse de Chabrières, près de Digne (et Observations de M. Vélain). (*B. S. G. F.*, 3e série, t. I, p. 261-262).

(2) M. Vélain a donné, en 1872, dans le C.-Rendu de la Réun. extr. à Digne, une bonne coupe de ce gisement (v. aussi *B. S. G. F.*, 2e série, t. XXIX, p. 132, une autre coupe relevée par M. Vélain). M. Haug en a reparlé en 1891 (*loc. cit.*, p. 102) et a énuméré un certain nombre d'espèces de ce gisement.

Mais cette coupe est surtout remarquable par l'apparition, dans le Crétacé inférieur, de changements de facies qui contrastent avec le type franchement vaseux que possède encore cette série, à peu de distance, vers St-Jacques et Barrême :

Le **Berriasien** possède ses caractères habituels (Vélain, *loc. cit.*) : Dans le **Valanginien** se montrent quelques *Hoplites* à cachet septentrional (*H. Desori* Pict.).

L'**Hauterivien**, où M. Collot vient de signaler un niveau glauconieux et phosphaté, renferme, outre quelques Spatangues, *Hopl. radiatus* et *Leopoldinus*, *Hopl. Frantzi* n. sp., si rares dans le facies franchement vaseux et caractéristiques, plus au Sud, à Moustiers et Escragnolles, du type glauconieux à Spatangues (1). Puis vient le calcaire à *Crioceras Duvali*.

Enfin le **Barrêmien** offre ici un gisement remarquable de l'Horizon de Combe-Petite et de Meysse (Ardèche), qui a été de tout temps fréquenté par les collectionneurs. Nous citerons de cette couche, visible près de la ferme des Courtiers (2) :

Lytoceras anisoptychum Uhl. (Coll. Honnorat).
Phylloceras infundibulum d'Orb., sp. (Coll. Honnorat).
— *ladinum* Uhlig (Coll. Honnorat, n° 1203).
Silesites Trajani Tietze.
Desmoceras cassida Rasp., sp. (Coll. Honnorat).
— cf. *Melchioris* Tietze.
— *difficile* d'Orb., sp. (Coll. Honnorat).
Holcodiscus fallax Math., sp. (Coll. Honnorat et Kilian).
— *Perezi* d'Orb., sp.
— *van den Heckei* d'Orb., sp.
— *zigzag* Karakasch, sp. (Coll. Kilian).
— *Caillaudi* d'Orb., sp.
Pulchellia compressissima d'Orb., sp. (Coll. Honnorat et Kilian).
Ancyloceras Tabarelli Astier (Coll. Sayn).
Crioceras Emerici d'Orb. (citée par Ed. Honnorat-Bastide).

Nous avons pu constater que ces fossiles se rencontrent dans une portion inférieure marno-calcaire du Barrêmien, *au-dessus* de laquelle seulement se montre le niveau *glauconieux* de cet étage,

(1) M. Vélain a, en effet, signalé toute une faune de Bivalves, de Brachiopodes et le *Toxaster Ricordeanus* dans l'Hauterivien de Chabrières (loc. cit.) et M. Haug (loc. cit., p. 117) a attiré, en 1891, l'attention sur la signification de ce fait intéressant.

(2) La collection de M. Honnorat, à Digne, renferme une belle série d'*Holcodiscus* des Courtiers, ainsi qu'une suite d'espèces nouvelles et intéressantes.

riche en *Desm. Charrieri* (d'Orb.) Fallot, sp. et *Holcodiscus Perezi* d'Orb., sp.

Malgré la **superposition de ses deux facies**, le Barrêmien est ici très *réduit* (10m environ).

Il en est de même de l'Aptien inférieur qui supporte les marnes aptiennes (*Lyt. Duvali*).

On voit que les assises néocomiennes supérieures portent ici la trace lointaine, mais indéniable, d'une influence littorale. Il y a lieu d'insister à ce propos sur le rôle important joué par le massif ancien des Maures (*Hyerische Masse* de M. Suess) pendant la période secondaire. Dans le Jurassique supérieur, les massifs de calcaires coralligènes, formant une bande continue le long du bord externe de la chaîne des Alpes, de Nice à St-Jurs, près de Chabrières, en passant par Escragnolles, Rougon et Moustiers-Sainte-Marie, sont les témoins de récifs probablement côtiers, et dénotant une profondeur relativement faible de la mer qui les battait et dont ils portent encore les traces. Puis le Néocomien, avec ses marnes à Spatangues à *Ostrea Couloni* et *Hoplites* à cachet septentrional, revêt, le long de cette bande, ainsi que l'a fait voir M. Hébert dès 1861, un facies littoral accentué encore par la fréquence des niveaux glauconieux (1), par des amincissements de couches et des lacunes locales plus ou moins importantes, résultat probable du déplacement des rivages, telles que l'absence des marnes aptiennes et le ravinement du Barrêmien (Escragnolles, la Palud-de-Moustiers, etc.), par les dépôts de charriage du Gault. Enfin le Cénomanien, se montrant particulièrement riche en Ostracées, semble également indiquer la proximité des côtes.

A Chabrières, nous nous trouvons au point extrême qu'aient atteint vers le Nord quelques-uns de ces caractères spéciaux du Néocomien sublittoral, comme le facies glauconieux et le facies à Spatangues qui viennent ici se perdre au milieu de la série à type vaseux et à Céphalopodes. Il ne paraît cependant pas y avoir encore ici de lacunes dans la série des couches; néanmoins, le Barrêmien accuse déjà, on l'a vu, une réduction d'épaisseur significative.

(1) La coupe de la Lagne, notamment, donnée par Hébert (*B. S. G. F.*, 1871), est très instructive à cet égard. On y voit l'Hauterivien à *Toxaster*, *Hopl Leopoldi*, *radiatus*, *castellanensis*, avec un niveau glauconieux, *surmonté* par les couches à *Crioceras Duvali*. Cette coupe devra cependant être révisée en ce qui concerne les niveaux inférieurs qu'Hébert n'a pas séparés de l'Hauterivien avec assez de rigueur.

M. **Leenhardt** fait remarquer combien le Barrêmien, qui n'a pas plus d'une dizaine de mètres, est réduit dans cette coupe.

M. **Kilian** ajoute qu'à Escragnolles le Barrêmien n'a plus que trois mètres environ et qu'il en est de même à Andon et, d'une façon générale, en s'approchant du massif des Maures.

M. **Guebhard** indique qu'à Saint-Vallier-de-Thiey, un peu plus à l'Est, l'épaisseur de cet étage n'est plus que d un mètre.

M. **Kilian** signale la corrélation qu'il y a entre la réduction d'épaisseur du Barrêmien et celle de l'Aptien, qui arrive même à disparaître complètement (Escragnolles, etc.). Ces modifications se font, du reste, dans la région où le Jurassique supérieur prend le facies récifal et dolomitique et l'Hauterivien le facies à Spatangues.

M. **P. Lory**, au sujet de l'association de la glauconie et des niveaux phosphatés, rappelle l'existence de couches ayant ce caractère minéralogique dans l'Hauterivien des environs de Grenoble. Ces phosphates ont été analysés par Ch. Lory.

M. **Zürcher** indique la présence, près de la Martre, sur la feuille de Castellane, d'un puissant niveau glauconieux de l'Hauterivien avec *Amm. radiatus* et *Leopoldi*.

M. **Kilian** ajoute qu'il existe dans l'Hauterivien du Jura un niveau glauconieux (« chlorité ») et phosphaté. Il insiste sur la *liaison de certaines espèces de Céphalopodes avec ce facies glauconieux*, aussi bien pour l'Hauterivien [Jura, Saint-Pierre-de-Chérennes (Isère), Peyroules (Basses-Alpes)], que pour le Barrêmien (Escragnolles, le Bourguet, la Palud, etc.).

M. **Haug** présente des observations sur les mœurs probables des Ammonites et sur les conditions de leur fossilisation.

M. **Leenhardt** ajoute que le fait de la disposition des couches néocomiennes en alternances de calcaires et de marnes est un indice de mers *peu profondes*.

M. **Kilian** partage cette opinion ; il y avait sans doute là *envasement* d'un géosynclinal en voie de formation, analogue à ceux dont M. Haug a si bien défini le rôle à l'époque liasique.

M. **Collot** fait remarquer que les Ammonites sont très rares dans les calcaires coralligènes, et qu'il semble que cette constatation soit contraire à l'hypothèse de la vie flottante de ces Céphalopodes.

M **Zürcher** attire l'attention de la Société sur un certain nombre de beaux échantillons de fossiles recueillis aux environs de Barrême par M. Boussier, conducteur des Ponts-et-Chaussées, et que ce dernier a bien voulu déposer sur le bureau. La Société sera reconnaissante à M. Boussier de cette aimable attention.

Séance du 25 Septembre 1895, à Castellane

PRÉSIDENCE DE M. ZÜRCHER

La séance est ouverte à huit heures du soir, dans la salle d'audience du Tribunal civil de Castellane, mise par M. le Président Girard à la disposition de la Société.

M. le Sous-Préfet de Castellane, présent à la séance, est prié par le Président de vouloir bien prendre place au bureau.

M. **Zürcher** exprime les remerciements les plus cordiaux de la Société à M. le député F. Deloncle, qu'une indisposition retient malheureusement chez lui ; à M. le Sous-Préfet, aux fonctionnaires et aux habitants de Castellane pour leur excellent et sympathique accueil.

Le procès-verbal de la séance du 23 septembre est lu et adopté.

Le Président annonce une présentation, puis il rend compte de l'excursion du 24 septembre.

COMPTE RENDU DE LA COURSE DU 24 SEPTEMBRE

DE BARRÊME A BLIEUX & A CASTELLANE

par M. **Ph. ZÜRCHER.**

La Société est partie à six heures et demie de Barrême, et les voitures qui la transportaient ne se sont arrêtées qu'au ravin de Malvoisin. On a pu voir le long de la route les talus formés, d'abord près de la gare par les couches priaboniennes, puis par les couches de la Mollasse rouge. L'œil pouvait suivre aussi, sur la rive droite de l'Asse de Blieux, la trace presque constamment visible du banc plus ou moins puissant de poudingue qui forme la base du Priabonien, et il était facile de voir que tandis que vers Barrême une dépression occupée par les marnes aptiennes existait entre le relief occasionné par la résistance de ce poudingue et les pentes du Barrêmien, il n'en était pas de même plus loin, vers Ourgeas, et que le Priabonien reposait là directement sur les calcaires barrêmiens.

Au ravin de Malvoisin la Société a mis pied à terre, et à quelques centaines de mètres en amont de la route on a pu constater et photographier (Pl. XXII, fig. 1), la discordance très nette qui sépare le Priabonien de la Mollasse rouge. Un anticlinal très accentué est formé là par les marnes priaboniennes, surmontées par une voûte continue constituée par les dépôts détritiques plus ou moins gréseux qui correspondent au grès de Barrême. Les couches de la Mollasse rouge, continues avec celles que l'on avait vues la veille, au-dessous des calcaires d'eau douce à *H. Ramondi*, couronnent cette espèce d'arche de leurs assises horizontales.

La Société a fait ensuite quelques kilomètres en voiture, admirant en passant le pittoresque pont qui conduit à la vieille ville de Sénez, bien déchue de son antique importance, puis les pyramides curieuses qui sont formées par des grès identiques à ceux de l'arche du ravin de Malvoisin.

Une seconde halte a eu lieu au pont sur lequel la route traverse, près de la ferme des Ponchus, un torrent important qui descend des environs du hameau de Lioux.

Ce point est bien placé pour examiner la constitution de la vallée de Sénez : on voit, sur la rive gauche, un peu à l'Ouest de Sénez, la réapparition des marnes aptiennes entre le Barrèmien et la barre du poudingue priabonien ; on reconnaît ensuite nettement la présence des marnes du même étage dans la dépression cultivée voisine du village, et on peut enfin voir former reliefs et corniches par les grès et poudingues qui sont au-dessus de ces marnes, et par suite bien à la même place que les grès de St-Jacques près Barrême. Ces couches résistantes se relèvent après avoir traversé l'Asse pour former la suite de l'anticlinal déjà reconnu à Malvoisin. Seulement à cette extrémité il n'y a plus de voûte complète, le centre est ouvert et les deux flancs formés de couches verticales constituent les rochers pittoresques observés le long de la route.

Une assez grande épaisseur de marnes à fossiles marins, correspondant aux couches à *Natica Garnieri* de Barrême, surmontent ces grès vers Lioux.

Plus vers l'Est la constitution de la vallée cesse d'être aussi simple, et la coupe que l'on peut relever en suivant le ravin de Lioux jusqu'aux pentes qui s'étendent au pied de la crête de Disbois est une des plus remarquable de la région.

Aux abords du pont d'où l'on observe, le sol est formé de Cénomanien, supportant du Crétacé supérieur dont les calcaires blancs constituent une colline d'aspect caractéristique.

On observe, d'autre part, des marnes aptiennes au-dessous du Cénomanien.

Mais il ne faudrait pas croire que ces marnes aptiennes sont plus ou moins régulièrement superposées au Néocomien et au Barrêmien que l'on voit se développer plus haut, car des accidents des plus curieux forment là une démarcation inattendue.

Près de la ferme des Ponchus on voit, en effet, affleurer une masse de gypses rougeâtres et de cargneules, accompagnés de marnes noires dont l'attribution soit à l'Aptien, soit au Bathonien, en l'absence de fossiles, occasionnerait un choix impossible à faire.

L'examen général de la région montre, d'autre part, que ce témoin irrécusable de la présence du Trias n'est pas seul de son espèce et qu'on peut en observer d'autres, au Sud et au Nord, d'aussi peu d'importance en largeur, mais offrant en plus la propriété de se rattacher : celui du Nord, bien visible sur le chemin de Sénez et de Lioux, au Trias régulièrement recouvert par la série jurassique dont on peut suivre la coupe un peu au Nord de Font-Chaude ; celui du Sud, à la série également très régulière qui se complète à

partir du Pigeonnier, et se montre sans lacune au N.-E. du col de Sarage.

Des deux côtés, d'ailleurs, le Crétacé se montre au-dessus du Jurassique supérieur et se relie sans interruption avec le Néocomien, le Barrêmien et l'Aptien de Lioux.

Il y a également continuité entre les dépôts crétacés et tertiaires que l'on observe en aval de la ligne occupée par les curieux affleurements triasiques que l'on vient de décrire, et les couches également crétacées et tertiaires qui sont, aussi bien au Sud qu'au Nord, absolument séparées du Crétacé qui se rattache à celui de Lioux.

Tout ce qui vient d'être dit conduit à conclure que le Trias des Ponchus et de l'étroite bande qui s'y relie représente un noyau anticlinal dans lequel le Jurassique a été éliminé par étirement. Il est possible toutefois que les marnes noires qui se trouvent au voisinage des gypses et des cargneules soient des marnes bathoniennes et c'est la solution qui a été admise sur la carte géologique, bien que, comme il a été dit plus haut, on ne puisse pas trouver de preuves paléontologiques de cette attribution.

Ce qui vient d'être dit suffirait déjà pour rendre des plus intéressants ce flanc de la vallée de l'Asse, mais au-dessus de cet anticlinal étiré s'étend un deuxième pli, couché dans le même sens, dont le flanc normal supérieur est constitué par les falaises d'Infralias et de Lias que l'on peut bien voir de Lioux, et mieux encore en s'éloignant du hameau et s'avançant jusqu'au bord du ravin qui se creuse vers le Sud.

On voit là nettement la falaise infraliasique et triasique, avec Trias gypseux à la base, couronnant des pentes formées, vers Lioux, par les marnes aptiennes, et plus au Sud par le Barrêmien. La superposition anormale est évidente.

Remontant ensuite pour quelques moments en voiture, la Société est arrivée au chemin de Blieux, où la prudence exigeait qu'on modifiât un peu le mode de locomotion, la largeur de la voie sur laquelle il fallait s'engager ne permettant pas de rester dans des omnibus ou autres voitures à quatre roues. Chacun a dû s'arranger comme il a pu dans une série de véhicules plus ou moins suspendus, de formes et de dimensions variées, représentant la plus grande partie du matériel roulant de Blieux.

C'est dans cet appareil rustique, mais vraiment pittoresque, que la Société s'est mise en route sous un brillant soleil dont les rayons commençaient à être brûlants.

On a suivi d'abord la rive gauche de l'Asse de Blieux, et on a pu

ainsi voir, sur la rive opposée, au-dessus du hameau de la Maurelière, une réapparition des marnes aptiennes entre les couches résistantes qui les supportent et le Priabonien. Sur le chemin que suivaient les voitures les marnes aptiennes ont été complètement enlevées par les érosions, et on ne voit plus, entre le Barrêmien et la barre des calcaires priaboniens, qu'une épaisseur assez grande de poudingue composée de gros blocs roulés de calcaires du Crétacé, rappelant d'une façon toute particulière le poudingue rencontré dans la course du 23 septembre, près de Gévaudan, au-dessus du Crétacé supérieur. L'âge priabonien de ce poudingue, ainsi fixé d'une manière certaine sur le chemin de Blieux, peut donc être considéré comme très probable à Gévaudan.

La barre priabonienne s'élève, sur la rive gauche du ruisseau, au sommet de falaises barrêmiennes, et le poudingue disparaît. Le vallon reste dans le Barrêmien que le chemin entame fortement après avoir traversé l'Asse. La Société s'est arrêtée là quelques moments pour récolter des fossiles dans les talus de remblai et de déblai, on a recueilli là (1) :

Macroscaphites Yvani Puzos.
Lytoceras anisoptychum Uhlig.
Hamulina Astieri d'Orb.
Costidiscus recticostatus d'Orb. sp.
Phylloceras infundibulum d'Orb. sp.
Silesites Seranonis d'Orb., sp.
Desmoceras difficile d'Orb., sp.
Pulchellia sp.
Hoplites Feraudi d'Orb., sp.
Crioceras barremense Kilian [= *Crioc.* n. sp. aff. *Roemeri* Uhlig (Gardenazza)], abondant.
Inoceramus sp. (commun).
Pholadomya barremensis Math.

Le convoi a repris ensuite sa marche, les conducteurs hâtant le pas, la bride de leur bête à la main, et chacun a pu admirer, sans quitter son équipage, les sites agréables de la vallée de l'Asse, boisée d'arbres résineux entremêlés de quelques autres essences favorisées par la fraîcheur des pentes exposées au Nord ou par le voisinage du ruisseau. Le pont à demi ruiné de l'ancienne route de Castellane est en particulier dans une situation des plus pittoresques ; il précède de peu un important élargissement de la vallée dû au développement des marnes tertiaires que l'on rencontre le long de la route après avoir quitté le Barrêmien, traversé une faible épaisseur de marnes aptiennes qui reparaissent encore là, et franchi enfin la barre qui forme la base du Priabonien.

(1) Déterminations de M. Kilian.

La vallée élargie, bien cultivée et boisée par endroits, est relativement peu accidentée. Le chemin suit, au-dessous du hameau de Briges, des pentes modérément déclives pour arriver enfin à Blieux où les calcaires priaboniens, fortement relevés, forment une crête sur laquelle le village est bâti, et qui est traversée, plus au Sud, dans deux clues assez profondes, par l'Asse et par le torrent de Thon.

Les voitures ne peuvent aller plus loin que cet obstacle, et la Société a dû mettre pied à terre au point terminus de la voie charretière, constitué par un remarquable abri sous roche dû à l'érosion d'une zone marneuse entre deux bancs plus résistants de la base du Priabonien.

Malgré la température qui commençait à être très chaude, la Société, gravissant par un raccourci la pente qui mène au village de Blieux, puis jetant en passant un rapide coup d'œil sur ses maisons délabrées, s'est engagée ensuite dans le chemin qui continue à remonter le cours de l'Asse.

A la première descente on a pu étudier la limite du Tertiaire et du Crétacé, et constater que le Cénomanien, rudimentaire au point où l'on était arrêté, s'intercale graduellement tout entier en avançant vers le Nord entre les marnes aptiennes et le Priabonien.

Le terme de la course était le point assez élevé où, du chemin qui mène au cirque du Portail, on commence à apercevoir la coupe grandiose qu'on peut observer grâce à cette profonde coupure de de la chaîne du Mourre de Chanier.

Seuls, les plus braves, et parmi eux le doyen, M. de Rouville, dont chacun admirait la vaillance, sont montés jusqu'à cet observatoire, d'où la constitution de la région peut être étudiée dans d'excellentes conditions.

On embrasse tout entière la corniche priabonienne sur laquelle se trouve Blieux et on voit ainsi le Cénomanien se terminer en biseau sous le village, en même temps qu'on distingue facilement, au-dessus des marnes et calcaires grisâtres de cet étage, les bancs plus clairs du Crétacé supérieur qui occupent une place encore plus faible dans le substratum du Tertiaire. On peut aussi constater que cette masse synclinale va buter vers l'Est contre une crête de Jurassique supérieur dont les couches sont verticales et que ce relèvement a amené la formation d'une ligne de discontinuité très nette, ce qui fait que par endroits le Tertiaire et le Tithonique se touchent presque.

On peut encore suivre, plus loin vers le Sud, l'allure du Juras-

sique supérieur dont les couches vont tourner de 180° vers le Seuil pour former en retour la crête de Vibres, parallèle à celle du premier plan, et entourer ainsi la dépression anticlinale de la Melle et de Cumignosc, creusée dans les marnes bathoniennes. Le Barrèmien, rencontré sur le chemin de Blieux entre les affleurements aptiens et tertiaires de la Maurelière et de Briges, constitue la partie axiale, notablement déviée vers l'Est, de la continuation fortement atténuée de ce pli.

Au Sud-Est on voit la barre priabonienne se continuer en dominant les pentes caractéristiques formées par les marnes aptiennes, dans lesquelles les érosions ont creusé la vallée en amont de Blieux, et l'on peut juger de la variation du pendage des couches qui n'est que de 45° environ dans les barres priaboniennes, s'accentue notablement dans l'Aptien, devient encore plus roide dans le Barrêmien qui constitue la zone qui passe sous les pieds de l'observateur, se rapproche de la verticale dans le Néocomien et finit par l'atteindre quand on est arrivé au Jurassique supérieur dont les bancs monumentaux forment les piliers de l'entrée majestueuse du cirque du Portail.

L'œil peut continuer à suivre la série des terrains dans ce panorama grandiose et voir la verticalité faire place, plus à l'Ouest, à un sensible renversement. Sous les couches à peu près horizontales qui forment la belle pyramide du Portail (1901^{m}), on voit, en effet, se dessiner un pli complet, comprenant l'Infralias dont les bancs bien réglés forment un U déversé vers le N.-E. au centre duquel, dans la partie invisible, les gypses du Trias affleurent en grande masse. Deux arêtes de Lias et Bajocien flanquent la dépression constituée par les couches triasiques et infraliasiques, et enfin, de part et d'autre de ces arêtes, les marnes du Jurassique moyen s'étendent dans la vallée profonde qui succède au Jurassique supérieur de l'entrée du cirque et sur les pentes qui conduisent au sommet.

A l'Ouest de ce pli les couches sont de nouveau disloquées suivant un second pli encore plus dissymétrique, couché vers l'Ouest, et qui est accidenté par la ligne de discontinuité qui met en contact anormal, sur le flanc Est de la vallée de Levens-Majastres, le Tertiaire et le Crétacé avec le Trias et l'Infralias.

La coupe de la chaîne, au droit du sommet du Portail, offre donc un exemple de structure en éventail, disposition relativement rare, bien qu'elle se retrouve en plusieurs points de la feuille de Castellane.

Il est intéressant de remarquer qu'au Nord, vers Majastres, les deux plis sont couchés vers l'Ouest, ainsi que, toujours du même observatoire, on peut le bien voir en examinant la disposition des couches qui forment le pic de « l'Hauteur » (1778^{m}) et qui penchent très nettement vers l'Est. Ces couches sont la continuation évidente du Jurassique supérieur de l'entrée du cirque du Portail.

Le tour d'horizon se ferme par la dépression crétacée dans laquelle le chemin de Blieux à Majastres et au Poil franchit un col où passe la continuation du synclinal de Blieux, compris là entre les anticlinaux de « l'Hauteur » et de la Melle.

Sans quitter ce point remarquable d'observation on peut encore constater, sur le flanc de la crête Pioulet-Berbéné qui ferme l'horizon vers le Sud, l'existence d'une double série sédimentaire bien marquée par la présence, au dessous de la barre terminale de Jurassique supérieur, d'une bande occupée par le Jurassique moyen, puis d'une seconde barre au-dessous de laquelle on rencontre tous les termes de la série jurassique, puis un affleurement de Trias en contact avec des couches crétacées faisant partie du synclinal de Blieux. Ces dispositions montrent qu'il existe là deux plis superposés couchés vers le Nord, et il est très intéressant de constater, comme on peut le faire par l'étude de détail de la structure, que ces plis sont en continuité avec les deux plis du Portail dont il a été parlé plus haut.

On voit aussi, à l'extrémité Est de cette crête Pioulet-Berbéné, s'ouvrir le col de Colletas, et on peut se rendre compte, par l'aspect des flancs du pic du Pré Chauvin, de la continuité des couches qui les constituent avec celles qui, au Nord, s'étendent jusqu'au col de St-Pierre-de-Taulanne, et aussi avec les assises supportant, plus vers le Sud, les curieux obélisques de Jurassique supérieur dits « Les chaises de Brandis ».

Après une station assez prolongée consacrée à l'examen de ces remarquables phénomènes géologiques et à l'admiration des beautés du site illuminé par un soleil brûlant, la Société a repris le chemin de Blieux, se complétant peu à peu de ceux qui n'avaient su se soustraire aux ombrages du chemin. Chacun avait hâte d'arriver, pour déjeuner, près d'une scierie appartenant à M. Brunias, de Castellane, qui avait bien voulu autoriser la Société à user, selon le cas, soit d'un charmant bosquet abritant une prairie, soit du hangar de l'usine où on aurait pu se mettre à couvert.

Le temps était superbe et la Société a pu former un joyeux cercle autour du déjeuner apporté de Castellane. L'heure pressait, malheu-

reusement, et il a fallu écourter le séjour dans cet agréable site pour continuer à remplir le programme fort chargé de la journée, non sans avoir admiré un superbe exemplaire de *Simoceras torcalense* Kil. du Jurassique supérieur des environs, mis gracieusement à la disposition des amateurs par un habitant du pays.

En remontant le ruisseau qui prend sa source au quartier de Thon on a pu observer la succession des couches tertiaires, d'abord marneuses, puis devenant plus dures et passant enfin à une barre de calcaire roux, pétri de fossiles et faisant suite à la crête de Blieux.

MM. Depéret et Douxami ont bien voulu étudier les fossiles recueillis tant dans ces diverses couches que dans les assises parallèles que l'on peut observer au quartier des Huègres, au Nord de Blieux. La liste suivante indique les espèces appartenant aux niveaux que l'on peut distinguer, bien qu'ils ne soient séparés par aucune transition brusque.

1° Calcaire détritique roux de la barre de Blieux

Pecten cf. *suborbicularis* Münster in Goldfuss (Petrefact. Germ. Pl. 97, fig. 12). Thon, près Blieux.

Grande espèce de Pecten lisse à lignes d'accroissement concentriques fines très visibles. Elle paraît identique à la forme du Kressenberg. Déjà citée par Tournouër des couches moyennes à Operculines et Cyclolites d'Allons. (*B. S. G. F.*, 2e série, t. XXIX, p. 500).

Pecten cf. *subdiscors* d'Archiac (Mém. Soc. Géol., 2e série, t. III, pl. VIII, fig. 10, 10a). Thon, près Blieux, La Maurelière.

Echantillons en mauvais état, de taille un peu plus grande que l'espèce du Sud-Ouest, dont il se rapproche cependant par la forme générale de la coquille et les côtes épaisses peu nombreuses séparées par des sillons profonds. Existe à la Palarea d'après Bellardi. (Catalogue raisonné des fossiles nummulitiques de Nice, p. 14).

Pecten Michelottii d'Archiac (Mém. Soc. Géol., 2e série, t. III, pl. XII, fig. 20a, b). Thon, les Huègres, près Blieux.

Echantillons en mauvais état dans lesquels il est cependant facile de reconnaître l'espèce du Nummulitique de Biarritz par la forme très bombée de la valve droite et ses côtes régulières rayonnantes séparées par des sillons coupés de petits plis squammeux transverses.

Pecten cf. *subtripartitus* d'Archiac (Mém. Soc. Géol., 2e série, t. III, pl. XII, fig. 14, 15 et 16a). Thon, les Huègres, près Blieux.

Espèce très répandue dans le Nummulitique des Alpes occidentales, déjà citée par Tournouër dans les couches inférieures de Barrême correspondant à la série d'Allons ; à côtes rayonnantes séparées par des sillons divisés par des stries longitudinales en nombre variable. Les échantillons sont identiques à la var. *a*, fig. 16, de d'Archiac. Le mauvais état des coquilles ne permet pas de reconnaître les stries lamelleuses des côtes et des sillons ; l'échantillon des Huègres en présente d'assez espacées.

Spondylus bifrons Münster in Goldfuss (Petrefact. Germ., vol. II, p. 99, § 19, pl. 106, fig. 10). Thon, les Huègres, près Blieux.

Le type de cette espèce est de Castel-Gomberto (Oligocène) ; elle a été citée par Bellardi à la Palarea, elle aurait donc une grande extension verticale. Il existe dans la collection de la Faculté des Sciences de Lyon un échantillon bien typique provenant du Vit de Castellane. C'est sans doute à cette espèce qu'il faut rapporter le *Sp. cisalpinus* Bayle cité par Tournouër avec un point d'interrogation des couches inférieures de Barrême (Loc. cit., p. 502).

2° Premiers bancs marneux au-dessus des couches précédentes

Cardium sp., groupe du *C. Bonnellii* Bellardi (Loc. cit., pl. F, fig. 8). Les Huègres, près Blieux.

Coquille assez renflée, surtout caractérisée par la régularité et la quantité des sillons et des côtes, les moules en mauvais état qui se rapprochent de cette forme ne permettent pas de voir les autres caractères.

Pecten cf. *subtripartitus* d'Arch. Les Huègres.
Spondylus bifrons Münster in Goldf. Les Huègres.
Cardita sp. Moules déformés indéterminables. Les Huègres
Echinolampas ovalis B. de St-V. Des M. Thon, les Huègres.
— *similis* Agassiz. Thon, les Huègres.
Turbinolia sp. Les Huègres.

Vu le mauvais état des échantillons de *Cardium* et de *Cardita*, il est impossible de les spécifier d'une façon certaine, ils paraissent cependant ne se rapporter à aucune des formes citées par Tournouër des Basses-Alpes, ou par Bellardi du Nummulitique de Nice.

3° Couches marneuses supérieures

Débris de *Crustacés*.

Rostellaria ampla Brander. Planpinié, près Blieux.

Echantillon de grande taille qui ressemble par la forme ventrue du dernier tour de spire au type du Bartonien de Barton et de Barcklesham figuré par Sowerby (Min. conch., T. III, p. 177, Pl. 298 à 300) et diffère de la forme du calcaire grossier du Bassin de Paris que Deshayes a séparée sous le nom de *R. macroptera* Lamk. dont la spire est beaucoup moins renflée.

C'est sans doute à cette forme que doit se rapporter l'espèce citée par Bellardi de la Palarea (*Loc. cit.*, p. 14) sous le nom de *R. ampla* Nyst.

Dentalium castellanense d'Orbigny. Planpinié.

Cette espèce du Vit de Castellane existe en grande abondance dans les marnes bleues supérieures.

Pecten cf. *subtripartitus* d'Arch. Planpinié.

Ostrea gigantea Brander. Les Huègres.

Grande valve aplatie de cette forme ; commune dans tout le Nummulitique des Alpes-Orientales (La Palarea, Le Vit de Castellane).

Ostrea sp. Les Huègres.

Fragment provenant d'une forme assez renflée.

Panopœa castellanensis d'Orbigny (Prodrome, T. II, 24e étage, n° 444). Planpinié.

Cette espèce, voisine de *P. intermedia* Sow. dont elle se distingue, d'après d'Orbigny, par une longueur un peu plus faible et par la présence de côtes concentriques plus grosses, bien visibles sur les échantillons, a été créée pour une forme du Vit de Castellane. Elle est citée par Tournouër des couches moyennes de la série d'Allons.

Cardium sp. Groupe du *C. Bonnellii* Bellardi. Planpinié.

Cardita sp. Les Huègres.

Venus sp. Les Huègres.

Moules internes d'assez grande taille, qui paraît identique à une forme non déterminée du Vit de Castellane.

Au-dessous de la barre de calcaire roux viennent, dans la coupe que l'on observe en remontant le ruisseau de Thon, les marnes aptiennes, dans lesquelles les fossiles sont abondants après les pluies, surtout aux abords de la chapelle de St-Pons, mais qui n'ont pu donner aux chercheurs qui les ont explorées qu'une assez maigre récolte à cause de la sécheresse.

La faune de ces marnes comprend les espèces suivantes :

Phylloceras Goreti Kil.
— nov. sp.
— *Guettardi* Rasp., d'Orb., a. c.
Lytoceras aff. *Juilleti* d'Orb., sp., c. c.
— *Duvali* d'Orb., sp.
Macroscaphites striatisulcatus d'Orb., r.
Desmoceras Belus d'Orb., sp., a. c.
— *Emerici* (Rasp.) d'Orb., sp.. a. c.
Sonneratia Nisus d'Orb., sp., r. r.
Hoplites furcatus Sow., sp., r. r.
Ptychoceras laeve Math.
Bois fossile (Jayet).

Ces marnes appartiennent au *type oriental* de M. Kilian ; on voit, en effet, que les espèces caractéristiques du type occidental (*Hopl. furcatus* et *Oppelia Nisus*) sont ici très rares, alors que les *Lytoceras*, les *Phylloceras* et les *Desmoceras* prédominent.

Dans le monticule qui s'étend entre le ruisseau de Thon et Blieux on observe, entre les marnes aptiennes et le Tertiaire une curieuse lentille fournie par une sorte de poudingue dont tous les éléments sont d'énormes polypiers paraissant remaniés et même roulés. Parmi les échantillons, un peu moins frustes que les autres, recueil lis dans ce gisement, on a pu reconnaître les espèces suivantes, appartenant toutes à la faune des niveaux coralligènes du Sénonien :

Latimœandra Dumortieri E. de From.
Astrocœnia minima var. *turonensis* E. de From.
Phyllocœnia pondescens E. de From.
— *pediculata* E. de From.
— — var. *Doublieri* d'Orb.

Il convient de faire remarquer le fait très curieux qu'il n'a pas été reconnu, dans la région, de couches qui contiennent ces espèces. On pourrait ainsi être amené à penser que ces polypiers sont des vestiges de couches qui ont entièrement disparu par érosion, et qui constituaient ainsi des dépôts intermédiaires entre les couches à Hippurites du bassin du Beausset et les sédiments si différents de la région bas-alpine.

La Société, de nouveau réunie vers trois heures dans son original convoi, a repris le chemin qu'elle avait parcouru le matin en sens inverse et a retrouvé près de la Maurelière ses voitures ordinaires, où chacun a repris sa place après toutefois avoir jeté un coup d'œil

sur les montagnes de Taulanne, qu'on allait franchir pour arriver à Castellane.

La continuité de la chaîne du « Trou de l'Ours » jusqu'au col de Taulanne est bien évidente, et l'on peut suivre de l'œil sans peine cette belle barre du Jurassique supérieur qui couronne très régulièrement les pentes boisées du flanc Sud de la vallée de l'Asse de Blieux. Un peu au-delà du col cette continuité est interrompue et le Jurassique supérieur s'arrête au pic de St-Vincent (1631m). Cette terminaison est des plus remarquables et peut être analysée avec grande précision, car sauf sur le versant Nord-Ouest les couches du Tithonique, qui constituent le pic de St-Vincent, sont disposées en une sorte de cône de telle façon que partout au pied des pentes on voit le Néocomien succéder normalement au Jurassique supérieur.

Près du col de St-Pierre le pendage est de 35° à 40°; les couches, en avançant vers le Nord, deviennent ensuite presque verticales tout autour du monticule et lui créent ainsi des parois particulièrement abruptes.

Au N.-O. les bancs durs du Tithonique entourent un espace boisé correspondant aux horizons inférieurs dont les couches sont moins résistantes.

D'autre part, l'étude du versant que gravit la route de Castellane, et dans lequel un profond ravin permet de bien voir les dispositions des couches, conduit à constater l'existence, entre le Jurassique inférieur ou même le Trias, d'une part, et, de l'autre, le Crétacé et le Tertiaire, d'une ligne de discontinuité à dessin compliqué détachant même, en avant, des contours fermés isolés.

Comme on peut voir, dans le ravin que la route suit pour monter au col, la série jurassique reposer normalement sur l'Infralias et le Trias, il devient évident, d'après tous les caractères qui viennent d'être décrits, qu'on est en présence d'un pli couché vers le Nord et de phénomènes de recouvrement.

Et dès lors on arrive à concevoir que la structure de cette petite région est tout à fait semblable à celle observée à Norante pour le pli des Dourbes, et qu'il faut considérer le pic de St-Vincent comme un nouvel exemple de *fin de pli couché*, par relèvement jusqu'à la verticale et ensuite atténuation rapide.

Dans cette transformation, le Jurassique supérieur qui se redresse comme on l'a vu à partir du col St-Pierre, entoure ensuite les flancs S.-E. et N.-E. du pic de St-Vincent d'une nappe grossièrement conique à pendage de plus en plus rapproché de la verticale,

et vient enfin se renverser sur le flanc N.-O. du piton et disparaître rapidement au niveau de la ligne de discontinuité. C'est exactement l'homologue des calcaires à *Gryphœa cymbium*, qui dessinent entre Chaudon et Norante un mouvement tout à fait semblable.

La Société, en gravissant lentement la montée de Taulanne, a pu se rendre compte des détails de cette structure si remarquable.

Au point de départ même on pouvait voir, au-dessus des pentes où affleurent les marnes noires entremêlées de petits bancs de grès du Cénomanien, les gypses rouges du Trias surmontés de calcaires disloqués ayant dans leur ensemble la forme d'un synclinal où, vers Viralon, des fossiles bajociens ont été rencontrés. Cet ensemble constitue un îlot de recouvrement, ainsi que deux lambeaux analogues que l'on voit en continuant à monter, et qui sont constitués exclusivement par de l'Infralias. L'un d'eux, le plus important, est de l'autre côté du ravin par rapport à la route ; il est entièrement isolé au milieu des marnes tertiaires. L'autre est coupé par le talus amont des terrassements un peu avant le premier grand lacet ; il repose sur du Crétacé supérieur et sur les poudingues qui forment en ce point la base du Tertiaire. Ces poudingues, dont la Société a pu bien voir la constitution et la grande puissance, sont tout à fait identiques à ceux de Gévaudan, composés qu'ils sont de gros blocs roulés de calcaires crétacés, surtout du Crétacé supérieur. C'est dans ces poudingues que quelques petites intercalations marines ont pu être observées, fait qui paraît probant en faveur de leur attribution à la base du Priabonien.

Le substratum de ces couches tertiaires se montre, quand on le retrouve plus haut, différent de celui observé à la première rencontre, c'est en effet du Barrêmien, dont les bancs caractéristiques peuvent être reconnus le long de la route, près des Moulières.

On arrive ensuite à la partie la plus compliquée de cette curieuse région, car on voit se succéder en quelques centaines de mètres un affleurement d'Infralias, puis quelques bancs de Barrêmien, un lambeau de poudingues tertiaires et enfin les couches infraliasiques constituant la base de la série jurassique complète terminale. La division de la masse de recouvrement en deux tronçons n'existe d'ailleurs qu'au voisinage de la route ; on peut reconnaître, en effet, en observant attentivement le flanc opposé du ravin, que l'Infralias s'y montre continu, avec au-dessous un talus plus clair où se continuent les couches barrêmiennes. Le chevauchement est là d'une évidence absolue.

Il est intéressant d'observer que le pli qui occasionne ce chevau-

chement est couché vers le Nord, tandis que, vis-à-vis, on peut voir s'étager, sur les pentes qui s'élèvent jusqu'au signal de Disbois, la continuation des deux plis du flanc Est de la vallée de Sénez, plis qui sont déversés vers le Sud. Il résulte de là une curieuse indécision au sujet de la provenance des îlots de recouvrement du bas de la montée, qui peuvent aussi bien être rattachés au pli que l'on traverse sur la route qu'à l'anticlinal inférieur de la vallée de Sénez.

La coupe de la montée de Taulanne est depuis longtemps connue, notamment par le compte-rendu fait par M. Vélain de la course du 12 septembre 1872 (1), lors de la réunion extraordinaire de Digne, et la Société n'a fait qu'y passer rapidement en revue la série jurassique, dont plusieurs termes ont d'ailleurs été sensiblement atténués par étirement. On s'est arrêté seulement pour recueillir quelques fossiles dans l'Infralias (*Avicula contorta* Portl.), dans le Rhétien, et un peu plus haut, dans des couches plus marneuses, où M. Kilian a trouvé en 1887, outre *Psiloceras planorbis*, déjà cité par M. Vélain, de nombreuses *Cardinia*, *Plicatula hettangiensis* Terq. (commune) et *Ostrea sublamellosa* Dunk., ainsi que dans le Bajocien supérieur, où la surface d'un banc mise à nu par l'exploitation d'une carrière, montre de nombreux échantillons d'Ammonites (*Phylloceras* sp., *Parkinsonia Parkinsoni*, *Cosmoceras Garanti* d'Orb., sp.) (2).

Au col (Planche XXV, Fig. 1), la Société a fait une dernière halte pour jeter un coup d'œil sur la région qu'elle venait de traverser, et dont les vallons déjà remplis d'ombre faisaient ressortir la complication topographique, puis pour profiter des dernières lueurs du jour afin d'examiner la base du Crétacé et la venue rapide du Tertiaire sous forme de poudingues qui ont raviné là le Barrêmien et le Néocomien, de telle sorte que ce sont les couches de l'horizon de Berrias qui ont seules subsisté.

Le Priabonien montre à Taulanne une coupe très analogue à celle de la vallée de Sénez-Barrême : un banc de calcaire, avec nummulites, au-dessus des poudingues de la base, puis une zone moins résistante, constituée toutefois par des marnes sableuses jaunâtres assez différentes d'aspect des marnes bleues de Senez et de Blieux, et d'ailleurs beaucoup moins fossilifères. Au-dessus de ces marnes vient de nouveau une barre résistante formée de couches

(1) *B. S. G. F.*, 2e série, t. XXIX, p. 683 et suiv.
(2) V. la note de M. Kilian, p. 892 du présent volume.

détritiques, et surtout de grès en dalles absolument semblables à ceux de Barrême.

Le long de la route on peut voir se superposer à ces couches détritiques des calcaires en gros bancs, à texture décelant une origine lacustre, mais ne contenant pas de fossiles. C'est un peu plus au Sud, vers la ferme de Roux, que la coupe devient plus complète et contient des documents paléontologiques qui permettent d'en préciser les termes. On observe, en effet, en descendant le ravin qui aboutit au village de Taulanne, que les grès en dalles sont surmontés là de marnes bleues à fossiles marins (*Ostrea gigantea*) au-dessus desquelles viennent des calcaires passant latéralement à ceux que l'on voit sur la route au-dessus des grès, mais ayant comme trait particulier un envahissement presque complet par des silex, éliminant même entièrement le calcaire par places. Ces silex sont fossilifères et grâce aux recherches de MM. Guérin et Boussier de beaux exemplaires de *Nystia Duchasteli* ont pu y être recueillis.

Au-dessus de ces calcaires siliceux à *Nystia* vient une épaisseur considérable de couches ayant le facies de la Mollasse rouge, et qui ont été considérées, sur la carte géologique, comme aquitaniennes. Peut-être faudrait-il, d'après les observations de M. Depéret à propos de la coupe de Barrême, les regarder comme de même âge que les calcaires qui les supportent. Seuls des documents paléontologiques, qui manquent jusqu'ici, pourraient permettre de trancher la question.

La Société a pu voir ces couches entre Taulanne et le col de Lèques, où un petit synclinal central, rempli de marnes grises, représente le Miocène à *Helix Christoli*.

La nuit, malheureusement, était arrivée, et au lieu de la belle vue que l'on peut admirer de ce point élevé sur le cirque au fond duquel se trouvent Castellane et le cours du Verdon, et sur les sommets qui l'entourent, on n'a pu voir que quelques cimes éclairées par le crépuscule, dominant la vallée déjà complètement plongée dans l'ombre et envahie par les brouillards du soir.

Chacun est donc remonté en voiture et peu de temps après, vers six heures et demie, on arrivait à Castellane.

COMPTE-RENDU DE LA COURSE DU 25 SEPTEMBRE

DE CASTELLANE A LA PALUD-DE-MOUSTIERS

par M. **Ph. ZÜRCHER.**

La Société est partie à six heures et demie de Castellane et a dû réserver pour le retour les observations à faire dans la vallée du Verdon jusqu'au pont de Soleil, car tout était caché par un épais brouillard. C'est seulement un peu après ce pont que, les nuées commençant à se dissiper, on a pu faire une première halte pour recueillir des fossiles dans le Barrêmien, près de la ferme de Mantegières ; la route donne une bonne coupe de cet étage qui se présente là sous le facies glauconieux, qu'il revêt dans la région méridionale (*Desmoc.* cf. *Oedipus* Math., sp., *Charrieri* (d'Orb.) Fall., cf. *assimile* Math., *Uhligi* Haug, *Holcod. druentiacus* Kil., *Holc.* cf. *Gastaldii* d'Orb., sp., *Holc. Caillaudi* d'Orb., sp., *Holc.* aff. *Sophonisba* Coq., sp., *Pulchellia Didayi* d'Orb., sp., etc., d'après les déterminations de MM. W. Kilian et G. Sayn).

La Société s'est remise ensuite en voiture et a pénétré peu après dans les belles gorges de Caréjuan, où chacun a pu se rendre compte de l'aspect caractéristique des calcaires blancs coralligènes du Jurassique supérieur à *Ter. moravica*, que la route entame en encorbellement et qui forment de magnifiques falaises sur la rive opposée du Verdon.

Le ciel se dégageait rapidement et cette éclaircie a permis d'admirer le pittoresque tableau constitué par le village de Rougon et les pitons rocheux qui l'avoisinent, illuminés par le soleil matinal, dans le cadre grandiose des escarpements de la clue auxquels s'accrochaient les derniers flocons du brouillard. La route, à ce moment, s'élevait peu à peu et l'on arrivait, après les calcaires blancs, aux dolomies également blanches qui les supportent, facies très fréquent aussi dans le Jurassique supérieur de la région.

Ces dolomies, que la route coupe pendant un assez long trajet, ont été l'objet d'assez violentes dislocations, prélude de celles que l'on rencontre un peu plus loin, à partir d'un point où la Société a

fait une nouvelle halte pour suivre à pied cette partie intéressante du chemin.

La route (Planche XXII, Fig. 2) aborde subitement des terrains relativement peu résistants qui ont permis à la végétation de prospérer, et on peut aussitôt observer le long du talus un affleurement bien net de Néocomien; à quelques pas plus loin, après la traversée d'un petit ravin, on peut reconnaître en place des gypses triasiques parfaitement caractérisés, puis on rentre dans le Jurassique supérieur dont on voit la masse fissurée constituer un éperon qui s'avance vers le Sud. C'est sur la crête de cet éperon que s'élève le piton du vieux château de Rougon et qu'est bâti le village lui-même ; plus bas la route le traverse dans un petit tunnel qui permet de juger des fissures intérieures du massif en voyant la façon dont on a été obligé d'en consolider les parois.

Au sortir du tunnel, la route coupe à peu de distance un affleurement de Cénomanien avec nombreux *Exogyra columba*, puis, après avoir traversé une zone assez étroite où le Jurassique est de nouveau fortement disloqué et s'élève en aiguilles, on arrive dans le Néocomien dont la tranquillité fait un singulier contraste avec les intenses mouvements si voisins.

Avant de remonter en voiture la Société s'est arrêtée en ce point pour examiner l'ensemble de la région qu'elle venait de traverser, et pour admirer aussi le spectacle merveilleux qu'elle avait devant les yeux, cependant déjà enchantés par la succession de magnifiques points de vue qu'elle venait de voir se dérouler.

Devant soi s'ouvre la gigantesque entaille dans laquelle le Verdon, invraisemblablement encaissé, coule au pied des à-pics du Bois d'Aire (1239-1300^{m}), qui le dominent presque verticalement de plus de 600^{m} de hauteur (1) (Planche XXIII).

A la corniche du Bois d'Aire fait face celle d'Entreverges, presque aussi élevée et constituée comme elle par les bancs horizontaux du Jurassique supérieur. La clue du Verdon est ainsi une fissure dans la région relativement peu disloquée sur laquelle on est arrivé.

Le plateau qui fait suite à la corniche d'Entreverges se continue

(1) Ces falaises sont couronnées elles-mêmes par la pyramide de Collet-Barris (1462^{m}) que l'on peut voir, à l'extrémité Sud de ce formidable couloir, au confluent de l'Artuby et du Verdon, former au-dessus de l'abîme au fond duquel les deux cours d'eau se mêlent (La Mescle), un escarpement de près de 1000^{m} de hauteur, pittoresquement interrompu par un méplat sur lequel, grâce à la présence d'un peu de Néocomien, s'étendent les cultures de la ferme de Guègues. (Voir pour la description de ce site extraordinaire un article de M. A. Janet. Bulletin du Club alpin français, année 1894).

vers le Nord, en s'abaissant graduellement, pour atteindre le Verdon exactement vis-à-vis du point d'observation, et forme ainsi au premier plan une sorte de morne gigantesque, coupé qu'il est, aussi bien à l'Est qu'à l'Ouest, par un abrupt. Seulement l'abrupt de l'Est est moins élevé que celui qui domine le Verdon, et la dépression qui se trouve au pied, richement boisée de pins, s'élève avec lui en avançant au Sud.

La végétation luxuriante et touffue qui s'étend dans cette dépression et forme opposition aux bouquets d'arbres et aux buissons capricieusement répartis sur les falaises et les plateaux du voisinage, est due à la nature du sous-sol constitué par la suite des couches cénomaniennes rencontrées sur la route, presque entièrement dissimulées toutefois par de nombreux blocs jurassiques éboulés qui n'empêchent cependant pas les racines de pénétrer dans le terrain meuble sous-jacent.

A l'Est de ce vallon une nouvelle crête s'élève, c'est celle qui fait suite à l'éperon de Rougon. Son étude est intéressante parce que les lignes de discontinuité qui la limitent au Nord et lui donnent ainsi l'apparence d'un morne isolé comme celui qui existe un peu plus à l'Ouest, s'atténuent en avançant vers le Sud, où, vers le hameau d'Entreverges, on peut observer une superposition sensiblement normale du Crétacé sur le Jurassique (1).

Le chemin qui mène au hameau d'Entreverges s'élève dans une nouvelle dépression située à l'Est de la crête dont on vient de parler, et limitée du côté opposé par les escarpements du bois de Breis, où le Jurassique supérieur reprend son horizontalité.

Cette dépression est jalonnée par une importante ligne de discontinuité qui fait buter, au bord du Verdon, les calcaires blancs du Jurassique supérieur contre les couches de l'Oxfordien supérieur qui se montrent au pied de l'escarpement de Breis. Plus haut, la faille existe entre le Jurassique supérieur de Breis et le Néocomien surmontant les calcaires blancs du piton côté 1128.

L'interprétation de ce groupe de dislocation (Fig. 1) est difficile à préciser. Si, en effet, les apparences sont en certains points favorables à l'hypothèse du jeu de simples failles à surface de discontinuité verticale, les superpositions régulières que l'on observe près

(1) C'est en s'appuyant sur les roches dépendant de cette crête que le pittoresque pont de Tusset traverse le Verdon pour permettre aux gens du hameau d'Entreverges leurs rapports municipaux et départementaux avec Rougon et les Basses-Alpes, isolés qu'ils sont le long de la rive varoise du Verdon dans un territoire dépendant de l'arrondissement de Castellane.

d'Entreverges, des deux côtés du piton 1128 ; l'allure de l'extrémité du plateau qui domine la route en formant le côté Nord de la clue de Caréjuan et dont les couches semblent s'abaisser pour venir

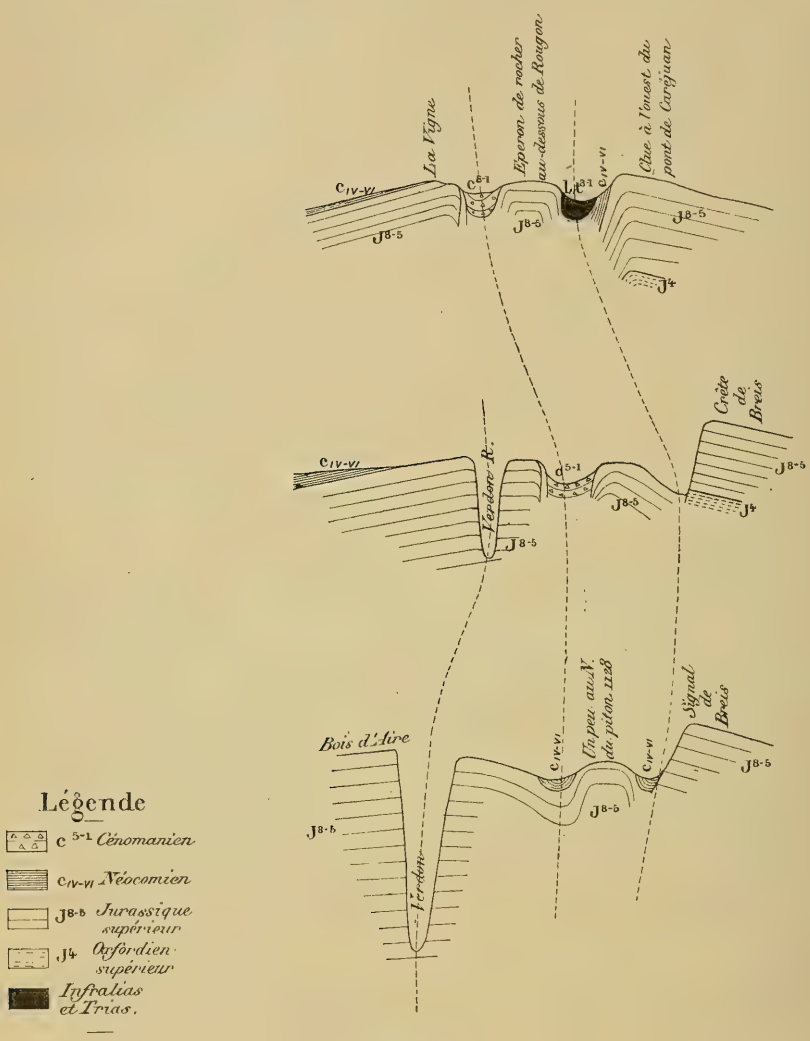


Fig. 1

supporter le lambeau de Néocomien rencontré au contact du Trias ; l'existence d'une sorte de *lame* de Jurassique supérieur redressé verticalement à l'Ouest de la bande cénomanienne, sont des carac-

tères qui militeraient plutôt en faveur de l'existence de plissements intenses dont les lignes de discontinuité ne seraient que la conséquence.

Cette question présente un intérêt tout spécial parce qu'elle se pose d'une façon générale dans l'étude de la région qui s'étend vers le Sud-Est, et en particulier pour les environs de Comps, où l'on trouve plusieurs fois répétés des exemples de structure tout à fait analogues à celle dont il s'agit ici.

Ainsi qu'on pourra le voir dans les considérations développées à ce sujet par l'auteur de la présente note dans de précédents travaux (1), c'est à l'hypothèse des plissements qu'il semble convenir de donner finalement la préférence.

Une observation du plus haut intérêt a été faite à ce sujet par M. Kilian au cours des discussions qui ont eu lieu sur le terrain, c'est que cette structure particulière est cantonnée dans la région où les calcaires blancs du Jurassique supérieur atteignent leur maximum d'épaisseur. La raideur de ces couches aurait ainsi causé une résistance aux plissements dans laquelle on trouverait la cause des phénomènes spéciaux constatés.

Cet ensemble d'accidents tectoniques ne se continue pas, vers le Nord, au-delà de Rougon, où s'établit un régime tout différent ayant comme trait principal une importante ligne de discontinuité à peu près orientée Est-Ouest, et limitant au Sud la série sédimentaire s'étageant par zones de cette même orientation au-dessous des crêtes terminales formées de Jurassique supérieur. On peut suivre cette ligne de discontinuité depuis le pont de Soleil jusqu'à Rougon, et voir, en contact avec l'Infralias et le Trias au Nord, se succéder au Sud les divers termes du Crétacé et le Jurassique supérieur. Cette bande infraliasique et triasique est en continuité avec l'affleurement de Trias que la Société a vu sur la route, au-dessous de Rougon, de telle sorte que la ligne limitant ce Trias dessine une apophyse très marquée vers le Sud, phénomène intéressant qui se reproduit un peu plus à l'Ouest vers Lioune.

En suivant la ligne de discontinuité vers l'Est après le pont de Soleil on voit, près de Robion, le Jurassique supérieur cesser de surplomber en falaise le Crétacé pour prendre la forme d'un noyau anticlinal d'abord déversé vers le Sud, puis droit.

Vers l'Ouest et le Nord-Est, d'autre part, on peut voir se conti-

(1) Note sur la structure de la région de Castellane (Bull. Serv. Carte Géol. et Topog. sout., t. VII, nº 48), p 35, 36, 37.

nuer, le long du prolongement de cette même ligne de discontinuité, les phénomènes de contact du Trias et de l'Infralias, avec le Crétacé topographiquement placé plus bas, suivant un contour sinueux, les assises des deux systèmes étant d'ailleurs peu inclinées.

Cet ensemble de caractères suffit pour prouver que celui de ces systèmes qui est au Nord de la ligne de discontinuité constitue le flanc normal supérieur d'un pli couché vers le Sud, avec très notable chevauchement sur le système inférieur, formé lui-même par la suite des couches dont la route du pont de Soleil à Rougon a permis d'étudier l'allure tantôt calme, tantôt violemment disloquée.

Deux particularités doivent tout spécialement être mises en relief dans ce remarquable ensemble tectonique : l'arrêt brusque des accidents Sud-Nord contre la ligne de discontinuité Est-Ouest, qui montre bien l'indépendance des deux systèmes, et, d'autre part, les apophyses de la masse de recouvrement, qui sont placées dans des situations présentant un grand intérêt.

La première de ces apophyses se trouve, en effet, sur le prolongement de l'axe synclinal du premier pli à l'Ouest de l'Anticlinal de Breis.

La Société a pu se rendre compte un peu plus tard de la position de l'autre, car, après avoir traversé la vallée de Baous, les voitures se sont de nouveau arrêtées sur la montée de La Palud. De là on voit bien, marqué par la couleur rougeâtre du sol, l'affleurement triasique de Lioune, et l'on peut, mieux même que sur place, juger de sa position au défaut d'une grande barre de Jurassique supérieur qui s'étend entre Lioune, où se trouve une plâtrière, et Rougon.

Cette barre est constituée par des calcaires blancs relevés verticalement, avec, au pied, du Néocomien, de telle sorte qu'on doit la considérer comme le relèvement des couches du substratum du recouvrement, faisant suite, d'ailleurs, à un anticlinal qui passe à Châteauneuf-de-Moustiers.

Ce relèvement est ainsi un nouvel accident des couches sur lesquelles la masse de recouvrement a été traînée, et le Trias de Lioune paraît avoir avancé là plus que dans le voisinage grâce à l'abaissement de la barre qui constituait plus vers l'Est un véritable rempart mettant obstacle au chevauchement. Le mécanisme de formation de l'apophyse de Rougon peut se concevoir comme analogue, le synclinal du substratum ayant favorisé, au contraire, le chevauchement.

Le point d'où la Société a pu examiner cette curieuse disposition permet de jouir d'un très beau point de vue : au premier plan la fertile vallée de Baous ; puis Rougon, massé au pied de l'obélisque rocheux que couronne son vieux château, dominant les plateaux dont les dispositions laissent deviner les sombres clues qui les découpent si profondément ; au fond, enfin, à droite la crête de Breis et à gauche les escarpements de l'Ouest de la clue de Chasteuil, dont la suite au-delà de cette clue constitue la pyramide aiguë de Robion qui se dresse à l'horizon.

Un autre intérêt encore motivait la halte à cet endroit, c'est qu'on peut y observer les bancs très fossilifères de l'Hauterivien, qui affleurent là sur une zone que la Société a suivie à pied entre deux lacets de la route ; on a rencontré là, avec des Spatangues, d'assez nombreuses Ammonites et notamment *Hoplites Leopoldi*, *H. castellanensis*, *Crioceras Seeleyi* N. et Uhl. et plusieurs types du Hils de l'Allemagne du Nord.

Un nouveau trajet en voiture a permis de rencontrer la série sédimentaire jusqu'au Barrèmien, puis au Gault, où l'on s'est de nouveau arrêté. Des grès glauconieux présentant tout à fait le facies des couches d'Escragnolles, mais particulièrement riches en *Brachiopodes* et en *Echinides*, sont là très fossilifères, et il a suffi de peu de temps pour qu'une récolte abondante puisse être faite. La faune comprend :

Belemnites minimus d'Orb.
Acanthoceras Lyelli Leym. sp.
— *mamillare* Schl. sp.
Hoplites interruptus Sow.
Desmoceras Beudanti d'Orb. sp.
Hamites sp.
Pleurotomaria cf. *lima* d'Orb.
Rostellaria sp.
Inoceramus concentricus Park.
Rhynchonella lata Pict. et Roux.
Rhynchonella pecten d'Orb.
— *antidichotoma* d'Orb.
Terebratula Dutempleana d'Orb.
Cidaris pilum Cott.
Peltastes Studeri Cott.
Pseudodiadema Brongniarti Desor-Agassiz.
Discoidea rotula Ag.
Discoidea conica Desor.

La Société n'a pas eu le temps d'explorer le quartier de Bourras, situé au Nord de la route, et où le Cénomanien inférieur contient des miches fossilifères où l'on rencontre souvent des *Amm. inflatus* de grande dimension. Il était en effet nécessaire de se presser pour visiter le Néocomien avant de rentrer à La Palud, et c'est ce qui a été fait, malgré la chaleur accablante que chacun supportait cependant en pensant qu'à ce prix on était sûr du beau temps.

M. Kilian a fait de l'étude du Néocomien de la Palud de Moustiers l'objet d'un travail spécial qui permet de noter seulement ici que la Société, après avoir passé au hameau de Boulogne, près duquel sont les plus intéressants gisements du Valanginien à Spatangues, est arrivée vers midi au village, en fête ce jour-là pour une de ses principales foires, et qui présentait ainsi une animation inaccoutumée.

On a pu déjeuner toutefois dans de bonnes conditions sur l'agréable terrasse de l'Hôtel Turrel, malgré le surcroît de besogne résultant de l'affluence. Puis, comme il fallait rentrer de bonne heure à Castellane, la Société est remontée en voiture à une heure et demie, et a repris, après une pittoresque traversée de la principale rue de la Palud, encombrée d'étalages roulants, la route déjà parcourue en sens contraire.

Les vapeurs du matin avaient complètement disparu et l'air, peut-être à cause de cette humidité récente, était d'une limpidité merveilleuse. Le soleil brillait du plus vif éclat, et dans ces conditions tout à fait exceptionnelles d'éclairage et de transparence de l'atmosphère, le paysage aux lignes si puissantes que l'on avait sous les yeux acquérait un relief qui en accroissait singulièrement la sévère beauté.

Aussi un nouvel arrêt a-t-il eu lieu quand la Société est arrivée au-dessous de Rougon, pour permettre aux photographes de conserver un souvenir durable du site grandiose que chacun pouvait admirer à son aise à cette heure du jour, où les jeux d'ombre et de lumière le faisaient encore particulièrement valoir (Planche XXIII).

Puis, l'heure s'avançant, on est remonté en voiture pour ne s'arrêter qu'au pont de Soleil et suivre à pied la coupe de la Clue de Chasteuil, que le brouillard avait empêché de voir le matin. La succession des couches, que les talus de la route permettent de bien observer, a été étudiée pendant la réunion de 1872 (1); il paraît donc inutile d'y revenir et il suffira de noter, parmi les observations que la Société a pu faire au pont de Soleil, la constatation du contact anormal du Trias et de l'Infralias, qui pendent modérément au Nord, avec le Crétacé, de même pendage, dont on peut suivre, entre le pont de Caréjuan et celui de Soleil, la série complète depuis le Néocomien jusqu'au Crétacé supérieur. Ces caractères sont très nettement favorables à l'hypo-

(1) *B. S. G. F.*, 2e Série, t. XXIX, p. 737.

thèse d'un chevauchement notable des couches anciennes sur les plus récentes (1).

Le contact lui-même n'est pas visible dans la tranchée de la route, à cause d'une masse importante d'alluvions anciennes, consolidées sous forme de poudingue, témoin curieux de l'ancien niveau du Verdon. Mais à peu de distance au-dessus et jusqu'à Rougon, la ligne de contact est très nette et montre toujours une apparence absolument probante en faveur du chevauchement.

Sur la rive gauche du Verdon le phénomène est encore visible, mais les couches du Jurassique inférieur et moyen disparaissent rapidement et on voit, à peu de distance la belle falaise de Robion (1662m), toute en calcaires blancs, succédant ainsi latéralement au Tithonique de la Clue et surplombant le Crétacé supérieur, qui forme de petits à-pics au milieu des pentes boisées.

La Société, au sortir de la Clue de Chasteuil, s'est arrêtée de nouveau au point d'où la vue pouvait le mieux embrasser l'ensemble du cirque formé par la vallée élargie (Planche XXIV).

M. Zürcher a expliqué, de ce point, la constitution tectonique

(1) (Note de M. Kilian). Le Jurassique supérieur de Chasteuil est remarquable par la présence d'un certain nombre de formes rares d'Ammonitidés. La collection de la Sorbonne possède de cette localité les espèces suivantes, dont M Haug nous a transmis la liste : *Waagenia hybonota* Benecke, *Simoceras Doublieri* d'Orb., sp., *Apt. latus*, *Belemnites* sp , *Phyll. Calypso*, *Ph. Loryi* M.-Ch. (8 exemplaires), *Hapl. elimatum* Opp., sp., (13 ex.), *H. tenuifalcatum* Neum. (6 ex.), *Oppelia* sp., *Opp. Waageni* Zitt., *Opp. compsa* Opp., *Waagenia Beckeri* Neum. (6 ex.), *Per. transitorius* Opp., *Per. geron* Zitt. (14 ex.). — (D'après les notes de M. Haug et les nôtres).

Cette faune est remarquable par son caractère méditerranéen et rappelle celle des couches à *Waagenia Beckeri* des Alpes orientales.

Nous avons recueilli nous-même aux environs de Bleiux *Simoceras torcalense* Kilian, espèce du Jurassique supérieur (Z. à *Asp. acanthicum*) d'Andalousie.

Nous nous trouvons ici sur la limite du facies à Céphalopodes, car tout près de Chasteuil, à Rougon, l'ensemble des assises supérieures à la zone à *Oppelia tenuilobata* (et *Perisph. subfascicularis*) est remplacé par les puissantes masses de calcaires blancs coralligènes ; il semble qu'à l'approche de ce changement de facies, la faune d'Ammonites soit particulièrement riche et variée.

Le Séquanien également est exceptionnellement riche au Plan de Canjuers, au Sud du Verdon. Nous avons eu entre les mains toute une faune d'Ammonites recueillis près de la ferme de la Nouguière, par notre ami M. Zürcher. Voici la liste des espèces que nous y avons reconnues :

Perisphinctes subfascicularis d'Orb., sp. Excessivement abondant.
Perisphinctes Lothari Opp., sp.
— *effrenatus* Font. commun
— *inconditus* Font.
Perisphinctes polyplocoides Font.
— *lictor* Font.
— *simoceroides* Font.
— *hypselocyclus* Font.
Etc., etc.

des montagnes qui limitent cette belle dépression, que les rayons du soleil venaient de quitter et dont les lignes harmonieuses, sous cette lumière presque crépusculaire, formaient un tableau qui reposait les yeux.

Les régions intéressantes au point de vue des dislocations sont les pentes et escarpements rocheux qui s'élèvent au-dessus de Chasteuil jusqu'à la crête Pioulet-Berbéné, puis, plus vers l'Est, après le Col de Colletas, la chaîne couronnée par les curieux monolithes de Jurassique supérieur dits « les Chaises de Brandis », et le flanc de la vallée depuis cette chaîne jusqu'au Verdon, y compris le curieux accident qui a donné lieu au surgissement de la pyramide aiguë de Saint-Etienne de Taloire.

Sur les pentes dont il vient d'être parlé et où se trouvent les agglomérations de Villars-Brandis et de Brandis, on peut, en partant du pont de Taloire et montant jusqu'à la crête, rencontrer à quatre reprises différentes des affleurements de Trias et d'Infralias plus ou moins fortement étirés.

La première bande traverse le lit du Verdon au pont de Taloire même; les couches infraliasiques sont assez relevées, pendant vers le Nord comme le Cénomanien qu'on voit en amont et qui paraît ainsi, bien nettement, chevauché par les terrains plus anciens.

Une deuxième zone infraliasique se développe un peu plus haut, séparée de la première par un synclinal de Lias; les couches sont amincies par étirement et pendent toujours vers le Nord.

On traverse ensuite, en montant encore, un affleurement peu épais de Jurassique moyen, après quoi on retombe dans le Lias, puis dans l'Infralias constituant ainsi une troisième bande anticlinale d'allure semblable aux précédentes.

Toutes les couches pendent uniformément vers le Nord, mais en arrivant vers Brandis elles deviennent presque horizontales, et la série jurassique complète, sauf réduction d'épaisseur, se termine par un plateau formé de Jurassique supérieur.

Une nouvelle dépression permet d'observer, au milieu d'éboulis qui masquent malheureusement bien des régions dont les détails seraient du plus haut intérêt, un quatrième affleurement d'Infralias, surmonté par la série jurassique qui se termine à la corniche des Chaises de Brandis (Lacombe sur la carte d'Etat-Major). Le pendage des couches de cette dernière série est très peu accentué vers le Nord.

Il résulte de ces observations la preuve que sur cette pente à topographie géologique si variée s'étagent quatre anticlinaux, tous étirés et déversés vers le Sud.

En suivant ces accidents vers l'Est on les voit simultanément diminuer d'intensité, se refermer et se confondre enfin dans un anticlinal dont le flanc Est, très accidenté, montre cependant par place des lambeaux de succession normale, notamment du Néocomien vertical au Sud-Ouest de Brayals.

Vers l'Ouest ces plis subissent des transformations de natures variées qui sont un des traits les plus intéressants de la structure de la région (Voir le schéma des plis. Page 944).

L'anticlinal du pont de Taloire, toujours nettement couché vers le Sud dans la partie Est du piton de St-Etienne-de-Taloire, se relève verticalement par une mutation rapide mais graduelle cependant, analogue à celles qui ont été décrites pour le pli des Dourbes, près de Norante, pour le pli du col de Taulanne au pic St-Vincent; dans l'Ouest du piton de St-Etienne, en suite de cette transformation, la succession normale se rétablit et le pli se termine par une surface cylindrique à contour vertical formée par le Jurassique supérieur, avec Néocomien également vertical au pied.

L'anticlinal qui vient au-dessus se continue vers l'Ouest dans de toutes autres conditions, se complétant au Sud par la série jurassique, redressée verticalement et étirée jusqu'à réduction du Jurassique supérieur à une lame de 10m à 20m d'épaisseur, longée au Nord par l'Oxfordien marneux fossilifère, au Sud par le Néocomien. Par un phénomène remarquable de raccordement, cette lame est en continuité avec les couches analogues qui, ainsi qu'on l'a vu plus haut, terminent par une sorte de cylindre vertical le pli de Taloire. La zone centrale infraliasique de ce second pli s'infléchit un peu vers le Nord et va passer au col de Colletas.

La bande d'Infralias immédiatement supérieure vient se confondre au col de Colletas, et même déjà à une certaine distance vers l'Est, avec la précédente; le dernier indice de séparation est un îlot important de Lias au milieu de l'Infralias que l'on peut observer à un kilomètre environ à l'Est du col.

Les couches qui marquent le noyau de l'anticlinal supérieur échappent malheureusement à l'observation en passant sous une importante masse d'éboulis, mais comme, au col, on voit réapparaître toute la série, on peut considérer comme certaine la continuation de l'anticlinal jusqu'à ce point où on a déjà vu que viennent se résumer les deux plis inférieurs.

Au premier abord, et si l'on s'arrêtait au Col de Calletas, on pourrait croire que les trois plis supérieurs viennent se confondre en un seul en ce point. Il n'en est rien cependant, car on peut,

d'une part, suivre constamment une ligne jalonnée par de l'Infralias, en allant du Col de Colletas à la montée de Taulanne, ligne qui est toujours la trace d'un anticlinal couché dont la direction, depuis les « Chaises de Brandis », tourne ainsi de 180°; et, d'autre part, la lame de Jurassique supérieur qui longe l'anticlinal résumant les deux plis de Villars-Brandis suit un trajet tout différent, car on la voit nettement s'infléchir vers l'Ouest après le Col et cesser d'être verticale pour pendre vers le Sud et constituer ainsi la crête Berbéné-Pioulet.

Au-dessous de cette crête, ainsi qu'on a pu le voir de Blieux, existe une bande anticlinale, puis une zone synclinale de Jurassique supérieur, puis encore au dessous des couches anciennes allant jusqu'au Trias.

On est amené par suite à trouver dans ces deux plis la continuation des plis de Villars-Brandis, conclusion d'ailleurs corroborée par l'allure du synclinal néocomien de Chasteuil, qui se rétrécit en se dirigeant vers le N.O., puis s'infléchit visiblement vers l'Ouest pour se rapprocher de la direction de la crête Berbéné-Pioulet.

Un dernier trait complètera la description de ce jeu de plis si remarquable : le synclinal crétacé dont on vient de parler embrasse dans sa course un mouvement dessiné seulement par les pendages des couches du plateau, qui, verticales au-dessus de Chasteuil, s'abaissent ensuite pour former un premier pli, puis se relèvent encore et constituent une deuxième ride à laquelle succède un synclinal qui fait suite au prolongement curviligne du pli de même genre qui contient le Néocomien de Chasteuil. Ce synclinal est immédiatement parallèle, vers le Nord, à la crête Berbéné-Pioulet.

Ce double pli en « escalier » se résume à l'ouest en un seul qui paraît se continuer jusqu'à un affleurement d'Oxfordien qui marque encore l'existence d'un noyau anticlinal; à l'Est il y a également fusion des deux plis en un seul, mais on ne peut l'interpréter autrement que par l'intervention d'une boucle de raccordement reproduisant à peu près la courbe du synclinal néocomien.

Après cette station, l'heure s'avançant, la Société a passé rapidement dans la clue de Taloire et le long du Verdon, et a pu reconnaître ainsi successivement quelques traits de la structure qui venait de lui être décrite, et qu'on peut observer de la route.

Une fois sortie des complications de la région plissée on atteint, près de Brans, un grand affleurement de Cénomanien qui fait suite à celui de Taloire, puis le Barrêmien, très régulièrement stratifié et visiblement supporté par le Néocomien et le Jurassique supérieur du flanc nord de la Montagne de Robion.

Cette région crétacée montre de nouveau près de la Colle, dans les talus de la route, une coupe où la succession des assises est assez nette pour qu'il existe quelques traces des glauconies du Gault.

Mais peu après de nouveau les choses se compliquent, car, tandis qu'au bord de la route on voit toujours de temps en temps des affleurements de Cénomanien dont les couches pendent toujours vers le Nord, les collines qui s'élèvent en amont sont constituées par du Trias: gypses bariolés à la Colle, puis plus loin falaises rougeâtres de calcaires qui ont pu être reconnus comme représentant le Muschelkalk.

Cette masse triasique présente, quand on en étudie la topographie, un contour extrêmement compliqué, comprenant même un îlot séparé, et il n'est qu'une explication plausible de ces dispositions, explication que toutes les apparences confirment, c'est que ces gypses et ce Muschelkalk sont *au-dessus* du Crétacé.

On peut bien observer cette superposition au moulin de la Salaou, où vient émerger une source salée de grand débit, tirant sans doute les principes minéraux qu'elle tient en dissolution des couches triasiques qu'elle traverse.

Il est d'ailleurs facile d'expliquer la présence de ces recouvrements, car les couches ainsi placées en position anormale sont en continuité avec le flanc normal supérieur du prolongement du pli observé déjà dans la Vallée de Sénez, et qui vient de terminer à la Jaby après avoir passé au N.-E. du piton de St-Vincent de Taulanne.

La Société a fait halte un moment au moulin de la Salaou, puis est remontée une dernière fois en voiture pour arriver peu après à Castellane, à temps pour se préparer à la réception si chaleureuse qui allait lui être faite.

M. **Kilian**, s'adressant à l'assistance, expose les principes fondamentaux de la géologie, les théories relatives aux soulèvements des montagnes, les conditions dans lesquelles les fossiles ont été déposés. Il insiste particulièrement sur l'utilité pratique des études géologiques.

M **Depéret**, au nom des membres de la Société, remercie les organisateurs de la Réunion, MM. Kilian et Zürcher. Il exprime ensuite le vœu que, l'an prochain, la réunion de la Société ait lieu en Algérie, où M. **Ficheur** veut bien organiser une réunion extraordinaire. Les membres présents s'associent à ce vœu à l'unanimité et le recommandent à la bienveillante attention du Conseil de la Société.

La séance est levée à dix heures et demie.

Séance du 26 Septembre 1895, à Castellane

PRÉSIDENCE DE M. ZÜRCHER

La séance est ouverte à neuf heures et demie du matin, dans la salle d'audience du Tribunal civil de Castellane.

M. le Président du Tribunal est prié par M. le Président de prendre place au bureau.

Le procès-verbal de la séance du 25 septembre est lu et adopté.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société M. **Girard**, Président du Tribunal civil de Castellane, présenté par MM. Kilian et Zürcher.

M. **de Rouville** prononce les paroles suivantes :

Notre collègue M. Pellat m'a prié de joindre ses remerciements à ceux que la Société Géologique devait adresser à ses deux savants présidents, MM. Kilian et Zürcher.

Je crois être l'interprète de la Société en ajoutant à ces deux noms ceux de MM. Leenhardt, Depéret et Haug, dont la collaboration si compétente à l'exécution des feuilles de Forcalquier, de Castellane et de Digne, les savantes communications dans nos séances, les explications orales si lucides le long du chemin ont été d'un si grand intérêt, d'un si grand profit pour leurs compagnons de route.

M. **Depéret** ajoute que la Société doit aussi de bien vifs remerciements à ses Trésoriers, MM. Thiéry et Langlassé, qui se sont acquittés d'une façon parfaite de leurs délicates fonctions.

COMPTES-RENDUS DES COURSES DU 26 SEPTEMBRE

DE CASTELLANE A LA JABY

ET

DE CASTELLANE A SAINT-ANDRÉ

par M. **Ph. ZÜRCHER.**

Malgré l'heure tardive à laquelle les membres de la Société avaient pu se retirer, retenus par l'amabilité de ceux qui les ont si bien accueillis, on s'est trouvé encore assez nombreux au départ pour la Jaby à 5 h. 1/2 du matin.

Le roc de Castellane, à peine entrevu le soir, et qui était embrumé la veille à l'heure du départ, était magnifique et dessinait son profil si hardi sur le ciel du matin.

La Société, remontant le Verdon par un chemin qui en suit la rive gauche, est venue passer exactement au pied de l'immense falaise du roc et a pu voir, peu après, le Néocomien et le Barrêmien surmonter en stratification à peu près régulière le Jurassique supérieur à *T. moravica* qui constitue ce gigantesque rocher. Cette constatation offre un intérêt tout particulier, car il est évident que le Crétacé ainsi situé sur la rive droite du Verdon est en parfaite continuité avec celui qu'on voit s'étendre très régulièrement, sur la rive gauche, dans la vallée de Lagnero. Et dès lors il ressort de là que bien que le roc ne soit pas en liaison parfaite avec le Jurassique supérieur du flanc Nord de la montagne de Destourbes, la continuité de ces deux tronçons est démontrée par celle des couches qui les recouvrent, de sorte qu'il ne faut voir dans la dislocation qui a laissé passer le Verdon entre eux qu'un accident tout à fait secondaire, et rattacher complètement les couches de la rive gauche à leurs similaires de la rive droite.

Le chemin de la Jaby, que la Société a suivi à pied, s'élève dans le Barrêmien, puis atteint une région où le sol change subitement d'apparence et se montre jonché de fragments d'Infralias et de Lias, dont quelques-uns sont fossilifères. Les couches en place sont

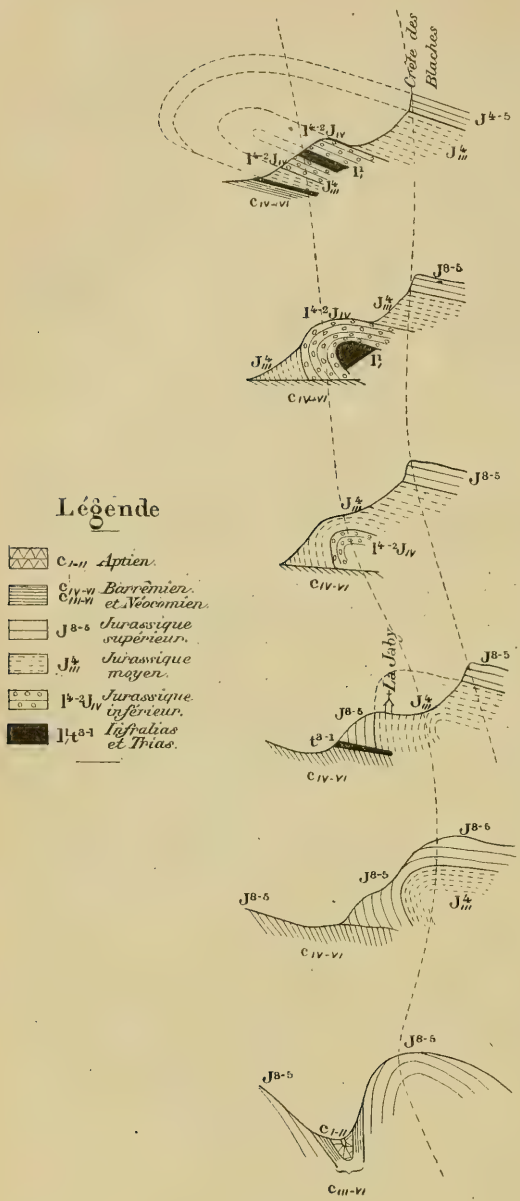


Fig. 1

malheureusement difficiles à voir, et il faut, en traversant toujours des terrains de même apparence, arriver au vallon de la Jaby pour pouvoir observer la structure compliquée de ce coin des environs de Castellane, déjà célèbre par quelques gisements fossilifères que l'on y rencontre.

Dans une note relative à cette structure (1), l'auteur de ces lignes a décrit l'aspect présenté par les deux flancs de la vallée, et a cherché à interpréter les phénomènes de plissements qui ont pu donner naissance à ces dispositions curieuses. Un nouvel examen fait au moment de la visite de la Société d'après de très judicieuses observations de M. Collot a jeté sur la question un jour qui paraît définitif, car la difficulté résultant de l'existence supposée d'un plissement

(1) Bulletin des Services de la Carte Géologique de France et de Topographie souterraine, t. II, n° 18, p. 16.

secondaire dans la nappe du recouvrement est ainsi supprimée.

Le contournement, en forme d'U, si visible dans le flanc Ouest du vallon, qui pouvait paraître, au premier examen, se dessiner sur un plan perpendiculaire à l'axe du pli, est au contraire tracé sur une falaise très oblique à cet axe, et peut alors être interprété comme montrant le retour des couches du flanc renversé, comme cela existe en particulier à Norante.

Et cette hypothèse est nettement corroborée par ce fait que les couches du Jurassique marneux, vers le fond de la vallée, et celle du Jurassique supérieur, à la ferme même de la Jaby et un peu au Sud, dessinent également ce mouvement de retour du flanc médian, moins nettement cependant parce qu'elles sont seulement légèrement déversées, et que leur superposition anormale se fait par un plan de décrochement dont le flanc Est du ravin montre la trace tellement nette qu'on peut toucher avec la même main le Néocomien et le Jurassique supérieur placé *au-dessus*.

Dans ces conditions, les coupes successives représentées par la Fig. 1 rendraient compte de cette structure.

Dans unes des premières explorations du vallon de la Jaby l'auteur de ces lignes, qui avait eu la bonne fortune d'être en compagnie de M. M. Bertrand, avait trouvé au contact du Jurassique supérieur et du Néocomien, au milieu d'éboulis, un fragment de gypse triasique qui avait paru n'être pas en place. Lors de la visite de la Société, M. Collot a trouvé encore quelques débris de ce minéral, ce qui rend peu probable l'hypothèse d'un apport. La position de ce Trias entre le Jurassique supérieur du recouvrement et le Néocomien, bien qu'assez extraordinaire, n'est toutefois pas irrationnelle; il pourrait s'agir d'un lambeau taillé dans la zone de discontinuité.

Les couches fossilifères de la Jaby ont permis aux membres de la Société de recueillir quelques espèces intéressantes (*Sphaeroceras Ymir* Héb. en particulier, dans le Callovien).

Le programme de la course comportait le retour par le col des Blaches, mais il fallait rentrer à temps à Castellane pour une dernière séance, et l'itinéraire raccourci a comporté le retour par le Clos de Provence, après avoir suivi le flanc du coteau dont le chemin du matin avait longé la base.

Les éboulis et les cultures masquent les couches pendant la plus grande partie de ce parcours, où l'on reconnaît cependant que ce sont uniquement des débris de Lias et d'Infralias qui constituent les cailloux des champs. Les observations ne redeviennent possibles

que près du Clos de Provence, où la Société a pu reconnaître l'existence d'un nouveau trait remarquable des phénomènes de recouvrement dont le vallon de la Jaby lui avait fourni la preuve manifeste.

Près de cette ferme on peut, en effet, observer bien en place les gypses triasiques et l'Infralias, se reliant à la masse liasique qui forme les premières crêtes au Nord.

Mais une dépression profonde se creuse topographiquement beaucoup plus bas que ces couches triasiques et infraliasiques, et sert de bassin de réception à un petit torrent qui aboutit au Verdon, à peu de distance à l'Est du pied du Roc, et dont la portion inférieure traverse les premiers affleurements du Néocomien. Cette dépression est toute entière occupée par des couches du Jurassique moyen, très fossilifères en certains points où la Société a pu recueillir de nombreux fossiles oxfordiens (*Phylloceras tortisulcatum* d'Orb. sp., *Ochetoceras arolicum* Opp. sp., etc., etc.).

Ainsi placée entre le Néocomien du Substratum et le Trias du recouvrement, cette masse est donc un nouveau et important affleurement du flanc médian du pli, en continuité très probable avec les marnes bathoniennes que l'on voit également, sur le flanc Ouest du vallon de la Jaby, au-dessus du Néocomien.

Le chemin conduisant à Castellane, après avoir longé les flancs de cette remarquable dépression, se dirige vers le col situé un peu au Nord de la Chapelle du Roc. Il rentre alors dans l'Infralias et le Trias, qui, en ce point, ainsi que Ch. Lory l'avait constaté en 1872 sur les indications de Garnier, est en contact avec le Jurassique supérieur du Roc.

M. Zürcher a insisté, après toutes ces constatations, au sujet de la conséquence qui en découle relativement à l'indépendance absolue des mouvements du substratum : Roc de Castellane-Destourbes, et des dislocations se rattachant au chevauchement.

Avant de descendre par le sentier des Pèlerins, qui ne permet aucune observation géologique et n'offre d'intérêt que par les vestiges des anciennes murailles de Castellane qu'on y rencontre, la Société s'est arrêtée pour examiner, de ce point élevé, le panorama qu'elle avait sous les yeux : la dépression de la Palud formée par les marnes jurassiques ; avec à droite la crête du Jurassique supérieur qui continue vers le N.-O. la chaîne des Blaches ; à gauche la croupe de Lias sur laquelle se déroulent les lacets de la route de Barrême ; plus au Sud la région compliquée voisine de la Bastide du Couvent, et dont les traits saillants sont les coteaux

triasiques qui bordent la route, la crête des grès tertiaires de Castellane qu'on voit buter à l'Ouest contre le Jurassique supérieur de Lacombe, et enfin le piton coté 1105 sur la carte d'Etat-major, formé par les calcaires à *Nystia Duchasteli* couronnant les marnes bleues à *Ostrea Brongniarti*, région étudiée par d'Orbigny, puis par Tournouër sous le nom du « Vit de Castellane » qui appartient, toujours d'après la carte, à une ferme située notablement plus à l'Est dans la zone triasique.

Il était 9 h. 1/2 quand on est arrivé ; après la séance, un trop rapide repas a réuni de nouveau la Société et ses amis de Castellane, puis il a fallu partir vers une heure de l'après-midi, car l'heure du train était inexorable.

La montée de la route de St-André a permis de traverser la dépression de la Palud, formée, ainsi qu'il est dit plus haut, de marnes jurassiques, et d'examiner l'allure du Jurassique supérieur, qui, autour de cette dépression, semble partout recouvrir les pentes de ses couches plus ou moins disloquées mais encore en place. Cette situation peut être attribuée soit aux érosions et à une sorte d'écoulement des marnes jurassiques, soit peut-être à un abaissement local des couches tithoniques, qui serait en accord avec la rentrée du Néocomien que l'on peut observer au col que franchit la route.

Au Nord de ce col, la Société a traversé une région déjà bien connue : le ravin qui s'élève vers l'Ouest porte en effet le nom du Cheiron, et ce nom a été donné à la localité par les géologues qui l'ont étudiée, notamment M. Vélain (1), et aussi par tous ceux qui y ont recueilli d'admirables fossiles. On s'est borné à jeter un rapide coup d'œil, sans arrêt, sur ces couches que chacun aurait désiré explorer, et la première halte a eu lieu seulement au point où les curieux accidents du voisinage de Castillon ont pu être observés, et où quelques centaines de mètres ont été parcourus à pied.

La route coupe d'abord un premier anticlinal très aigu, dont le noyau montre un affleurement marneux du Jurassique moyen, puis, après une apparition du Néocomien pendant vers le Nord, on rentre de nouveau dans un mouvement anticlinal formé de Jurassique supérieur, mouvement qu'on voit se compléter, sur la rive opposée du Verdon, dans des conditions spécialement remarquables, car le Jurassique supérieur s'y montre supporté par

(1) *B. S. G. F.*, 2e Série, t. XXIX, p. 721.

l'Oxfordien et le Bathonien, pendant tous deux vers le Nord, et surmontant ainsi, selon toutes probabilités, le Néocomien, de même inclinaison à peu près, qui est superposé au flanc septentrional du premier anticlinal traversé.

Cette série jurassique, en superposition anormale, présente une courbure très accentuée à partir d'un kilomètre environ à l'Est du Verdon, et on voit le Jurassique supérieur qui la couronne former une crête dont le point culminant est le sommet de la Colle (1427^{m}), arriver à posséder une orientation différant de 180° de sa direction primitive, et venir enfin se terminer au château de Demandolx en y constituant une pointe anticlinale nettement séparée de la pointe analogue par laquelle se termine tout près de là le premier anticlinal rencontré en venant du Sud.

Si l'on tient compte de ce que, vers l'Ouest, les mouvements ne s'étendent pas à plus de quelques centaines de mètres du Verdon, on verra qu'il existe peu d'exemples plus nets de dislocations occupant un faible espace, relativement à leur intensité, que ces accidents de Castillon.

La Société, après un court trajet en voiture, s'est arrêtée de nouveau un moment à un kilomètre environ au Nord de Castillon pour observer une remarquable discontinuité qui peut bien être reconnue dans la coupe donnée par la route. C'est un contact anormal entre le Barrêmien, faisant régulièrement partie du flanc septentrional de l'anticlinal Nord de Castillon, et l'Infralias, supportant toute la série jurassique. Cet accident fait d'ailleurs partie de la discontinuité déjà indiquée à la Société sur le flanc Est de la vallée de Sénez, en amont de Lioux, discontinuité qui se continue au pied de la montagne de Lauppe, où elle met en contact le Barrêmien et le Lias inférieur, près de la Baume ; puis au voisinage de Blaron, où momentanément l'anticlinal se complète et comporte un noyau en U formé de Bajocien, puis de Lias et de Trias, avec flanc médian composé d'Infralias, Bajocien et Bathonien marneux. Cette disposition prend fin au bord du Verdon, exactement vis-à-vis le point où la Société s'est arrêtée.

Le temps pressait et il a fallu repartir, sans s'arrêter pour étudier les gypses triasiques de Saint-Julien, dont le développement est si considérable et dont on a vu seulement les affleurements dans les talus de la route.

Un dernier arrêt a eu lieu au pont Julien (Planche XXV, fig. 2), où l'on a pu rechercher des fossiles dans le Jurassique supérieur (*Aptychus*) et dans les couches à ammonites ferrugineuses du Valan-

ginien, pour galoper ensuite vers la gare de St-André-de-Méouilles et prendre enfin le train pour rentrer à Digne.

De la gare, où on a pu stationner un instant et jeter un coup d'œil sur la collection de M. Gibert, qui tient le buffet, l'aspect de la vallée du Verdon montre, sur un important espace, les couches crétacées dans leur position régulière, remarquable contraste avec les dislocations si intenses des régions voisines : les masses imposantes du Crétacé supérieur constituent la crête de Chamatte, le massif de la Sambuque, avec leurs falaises caractéristiques ; puis viennent au dessous les pentes plus douces du Cénomanien, les dépressions où affleurent les marnes aptiennes, et enfin les collines arrondies du Barrêmien, séparées par une dépression secondaire correspondant à l'Hauterivien et au Valanginien des reliefs plus accusés qui aboutissent aux falaises du Jurassique supérieur.

NOTES

SUR LA STRUCTURE DE DIVERS POINTS

DE LA RÉGION DE CASTELLANE

par M. **Ph. ZÜRCHER.**

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS. — I. CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES. — II. DESCRIPTIONS LOCALES : Environs de Chabrières. Environs de Norante et de Barrême. Massif de Taulanne et crête Berbéné-Pioulet. Région comprise entre Castellane et la Jaby. Environs de Castillon. — III. CONCLUSION.

AVANT-PROPOS

Dans une note (1) publiée au moment même de la Réunion extraordinaire nous avons fait connaître, au sujet de la structure de la région de Castellane, une hypothèse relative à la formation des plissements que l'on peut y observer, hypothèse conduisant à une classification rationnelle des plis.

Nous ne reviendrons pas ici sur les points complètement traités dans cette note, mais, après en avoir rappelé les idées essentielles, nous en ferons l'application aux plus remarquables groupes d'accidents tectoniques que la Société a visités, afin de préciser par de nouveaux exemples les principes qui servent de base à notre classification.

I. CONSIDÉRATIONS GÉNERALES

Nos raisonnements prennent pour objectif une représentation de la structure consistant dans un schéma où sont figurés, en plan, les axes anticlinaux des plis, ainsi que le rabattement, partout où

(1) Bulletin du Service de la Carte Géologique de France et des Topographies souterraines, t. VII, nº 48.

cela est nécessaire, d'une ligne représentant l'allure de la coupe du terrain. Ce procédé permet d'éviter toute difficulté provenant de la dissymétrie des plis, l'emplacement de la ligne d'axe étant ainsi clairement déterminé dans tous les cas, et rend facile la conception, d'un seul coup d'œil, des diverses dispositions des accidents tectoniques telles qu'elles résultent de l'*observation*.

En examinant ce schéma au point de vue purement géométrique on a pu, par une analyse simple, en classer les figures élémentaires et arriver ainsi à bien connaître les traits qui en constituent la physionomie caractéristique.

Si, d'autre part, on cherche à concevoir, par le raisonnement, quels phénomènes peuvent être prévus dans le plissement d'une masse de faible épaisseur par rapport à sa surface, *continue* (dans l'acception mathématique du mot, c'est-à-dire ne présentant aucune variation importante d'épaisseur ou de rigidité), mais *non homogène*, que l'on soumettrait à un effort général de striction, on arrive à l'alternative de deux éventualités seulement :

Ou bien les effets élémentaires originels se produiront suivant des *lignes* constituant dès l'abord une figure définitive dont l'accentuation des plissements ne fera que développer les éléments sans changer la disposition générale du dessin.

Ou bien ces effets auront lieu en un certain nombre de *centres*, de production immédiate ou successive, dans chacun desquels naîtront un ou plusieurs plis dont la continuation de la striction produira le développement en longueur comme en intensité.

Ces deux hypothèses permettent de prévoir, pour la figure définitive résultante, des traits de caractères notablement différents.

Or les traits déduits de la seconde hypothèse sont, d'une façon remarquable, conforme à ceux que l'on trouve sur le schéma résultant de l'observation, tandis qu'on n'y rencontre pas de vestiges apparents d'un dessin définitif originel dont la continuation de l'effort de striction n'aurait fait que développer le tracé primitif.

L'hypothèse ainsi reconnue la plus plausible permet de concevoir la possibilité de classer les plis par la réunion de ceux provenant d'un même centre en groupes auxquels nous avons donné le nom de *faisceaux*.

La reconstitution de ces faisceaux dans la région que nous avons étudiée est une dernière et importante vérification de notre hypothèse. Nous avons fait cette reconstitution, dans la note précitée, mais les raisons appuyant l'attribution de chaque pli à tel ou tel faisceau, raisons empruntées au sens probable de la propagation

du pli, ainsi qu'à son orientation, n'ont été données que d'une façon rapide et générale.

Dans les exemples qui vont suivre et qui sont relatifs, comme nous l'avons dit, à des points visités par la Société, nous développerons et préciserons aussi complètement que possible les arguments sur lesquels nous avons dû passer rapidement dans la description d'ensemble.

II. DESCRIPTIONS LOCALES

Les dispositions tectoniques que nous analyserons successivement sont celles que la Société a pu observer :

1° Aux environs de Chabrières.

2° Entre Norante et Barrême.

3° Dans le massif compris entre la montée de Taulanne et la vallée du Verdon aux abords de Taloire (massif de Taulanne), ainsi que dans le prolongement de ce massif par la crête Berbéné-Pioulet.

4° Entre Castellane et la Jaby.

5° Aux environs de Castillon.

Environs de Chabrières

Nous avons montré, en décrivant les environs de Chabrières (1), que l'on pouvait considérer comme faits d'observation la possibilité de classer les plis, en dehors des parties où leur courbure est très accentuée, suivant deux groupes : l'un ayant des orientations voisines de celle de la chaîne de la clue de Chabrières (O.S.O.-E.N.E.) ; l'autre possédant des directions approchant de celle de la vallée de l'Asse entre le Couinier et Norante (N.N.O.-S.S.E.).

Les plis de ces deux groupes sont reliés entre eux par des plis à courbure intense, sauf en ce qui concerne le pli des Dourbes, qui ne se raccorde avec aucun des autres et reste indépendant.

En appliquant à cette disposition, représentée par la fig. 1 de la Pl. XX, les règles établies dans la note citée au début du présent travail (2) on voit :

1° Que le tronçon N.N.O.-S.S.E. du pli de Beynes, le pli du signal de Beynes, le pli du Font-Dinaut, le pli du chemin de Creisset, viennent successivement tous se raccorder avec le pli du chemin de Beynes, permet de conclure que le sens de propagation

(1) Voir plus haut.

(2) Loc. cit. p. 31.

de ces plis a dû être vers les raccordements, et par suite que leur point d'origine est à rechercher au S.S.E. de la chaîne de la clue.

2° Que le fait que le pli du chemin de Beynes, le pli de la Valbonette, le pli du pont du Couinier vont s'arrêter contre le pli des Dourbes indique de même que ces plis se sont propagés vers l'O.N.O.

3° Que les changements brusques de direction des plis de la Valbonette et du pont du Couinier aux environs des points où ils traversent l'Asse sont des caractères qui permettent de supposer que ces plis sont constitués par deux éléments pseudo-rectilignes qui se sont raccordés, et que le sens de propagation de ces éléments a dû être vers les raccordements.

Des flèches ont été placées sur la figure pour indiquer ces sens de propagation, et on peut voir facilement que de la comparaison des directions de ces flèches on peut tirer une conclusion qui se trouve d'accord avec les arguments découlant de la direction des plis, et qui peut être formulée en disant que les plis de la région de Chabrières appartiennent (en dehors du pli des Dourbes) à deux faisceaux : l'un ayant eu son origine un peu à l'Est de Chabrières et comprenant les trois plis ou tronçons de plis orientés O.S.O.-E.N.E. ; l'autre ayant eu son centre de production dans le voisinage de Creisset et comprenant six plis ayant en gros l'orientation N.N.O.-S.S.E.

Quant au pli des Dourbes, sa diminution d'intensité quand il approche de Norante permet de déterminer aussi son sens de propagation qui aurait été du N.N.O. vers le S.S.E. Le centre d'origine de cet anticlinal doit donc se trouver dans la région située au N. de Chabrières, conclusion qui est en accord avec les raisons qui ont conduit à rattacher le pli des Dourbes à un important faisceau issu d'un centre placé au N. de la limite de la feuille de Castellane.

Environs de Norante et de Barrême

Dans le compte-rendu de la course du 23 septembre, nous avons eu l'occasion de faire remarquer le fait intéressant que trois anticlinaux : le premier suivant l'axe du cirque de Chaudon et allant passer au Rocher St-Martin qui termine au Sud l'arête des Dourbes ; le second longeant à peu près la rive gauche de l'Asse entre Norante et Barrême ; le troisième jalonnant l'axe de la vallée d'Aurans, peuvent être considérés comme étant la continuation du pli des Dourbes, dont nous avons fait observer plus haut le décroissement graduel d'intensité en avançant vers le Sud.

Cette disposition, représentée par le schéma de la Fig. 1, permet de classer de façon très rationnelle les anticlinaux représentés en mettant d'une part le pli des Dourbes et sa continuation directe par la vallée d'Aurans, qui s'éloignent peu de la direction N.N.O.-S.S.E., et, d'autre part, les plis du Rocher St-Martin et de la vallée de l'Asse, dont la majeure partie est rectiligne et orientée

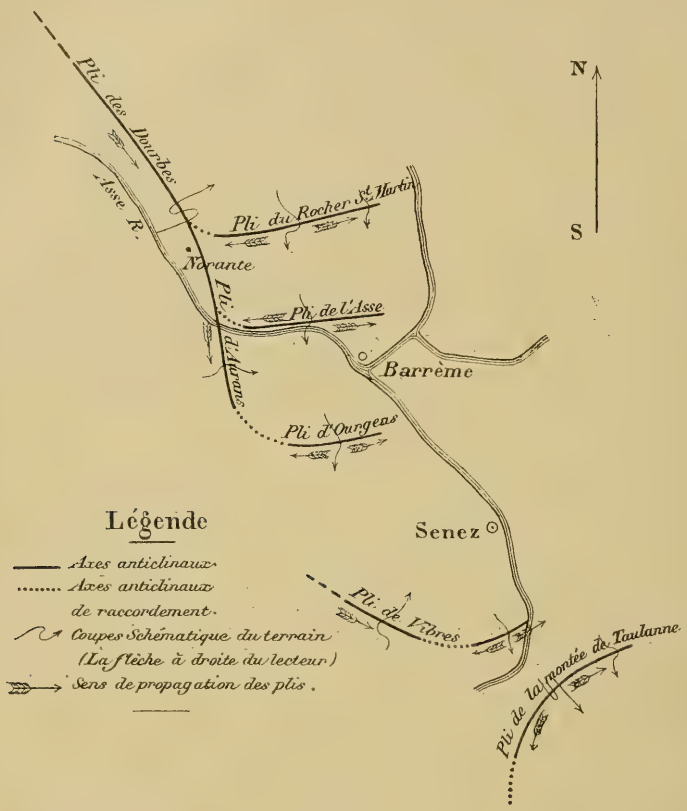


Fig. 1

O.S.O.-E.N.E., et qui se raccordent aux plis précédents par des plis à courbure accentuée. On peut même aussi rattacher à ce dernier groupe l'extrémité du pli de la vallée d'Aurans, qui, vers Ourgeas, se recourbe de 90° environ pour se terminer à peu près O.-E.

L'application de la règle relative au sens de propagation permet alors d'isoler les trois plis O.-S.-O.-E.N.E., ou O.-E., en un faisceau ayant pris naissance dans la zone à l'Est du pli des Dourbes, et

auquel, d'ailleurs, des déductions qui sortiraient du cadre de la présente note nous ont conduit à rattacher deux tronçons parallèles et de position analogue situés plus au Sud et constituant : le premier, l'extrémité de l'anticlinal de la montagne de Vibres, le second, le pli couché vers le Nord de la montée de Taulanne.

Massif de Taulanne et crête Berbéné-Pioulet

La Société a examiné, dans les courses des 24 et 25 septembre, en allant à Blieux, puis parcourant la montée de Taulanne, le premier jour ; en suivant le Verdon entre Chasteuil et Castellane, le second, les divers côtés de l'intéressant massif dont nous allons maintenant nous occuper.

Le schéma (Fig. 2) représentant les axes anticlinaux de cette région montre les dispositions suivantes :

D'abord un pli en U résultant de la continuité parfaite qui existe entre les chaînes du col de St-Pierre de Taulanne et des chaises de Brandis, en passant par le Pré Chauvin.

Puis, orientés à peu près comme le pli des « Chaises de Brandis », trois plis constituant avec lui la « Schuppenstructur » des pentes de Villars-Brandis. Les deux plus élevés se raccordent à leurs deux extrémités ; le troisième va également se fondre, vers l'Est, avec les deux précédents, en un tronc commun qui va, un peu plus loin, se réunir au pli des « Chaises de Brandis » et finir avec lui très rapidement.

Vers l'Ouest, le pli inférieur s'annule brusquement près de Taloire, tandis que les deux plis médians sont, comme on vient de le voir, confondus en un anticlinal résultant qui se continue, en se bifurquant, par les deux plis superposés de la crête Berbéné-Pioulet. Au Sud de cette crête les deux plis en escalier qui s'étagent au-dessus de Chasteuil se raccordent à leurs extrémités, mais dans des conditions différentes : simple fusion vers l'Ouest, et à l'Est raccordement par un pli semi-circulaire.

La détermination des sens de propagation est aisée sur cette figure compliquée. Dans le pli en U chaque branche s'est évidemment formée, tout d'abord, en se propageant vers les extrémités. On peut également conclure du changement brusque de direction à la boucle que chaque branche a dû se propager vers l'arc de raccordement.

Il est, d'autre part, évident que le pli isolé de Taloire forme une unité spéciale, et dès lors tout permet de conclure, au sujet

des deux plis intermédiaires, à ce qu'ils ont dû se propager d'un point médian vers les deux extrémités où ils se réunissent, et en particulier, vers le raccordement si remarquable qui les relie aux plis de Berbéné-Pioulet.

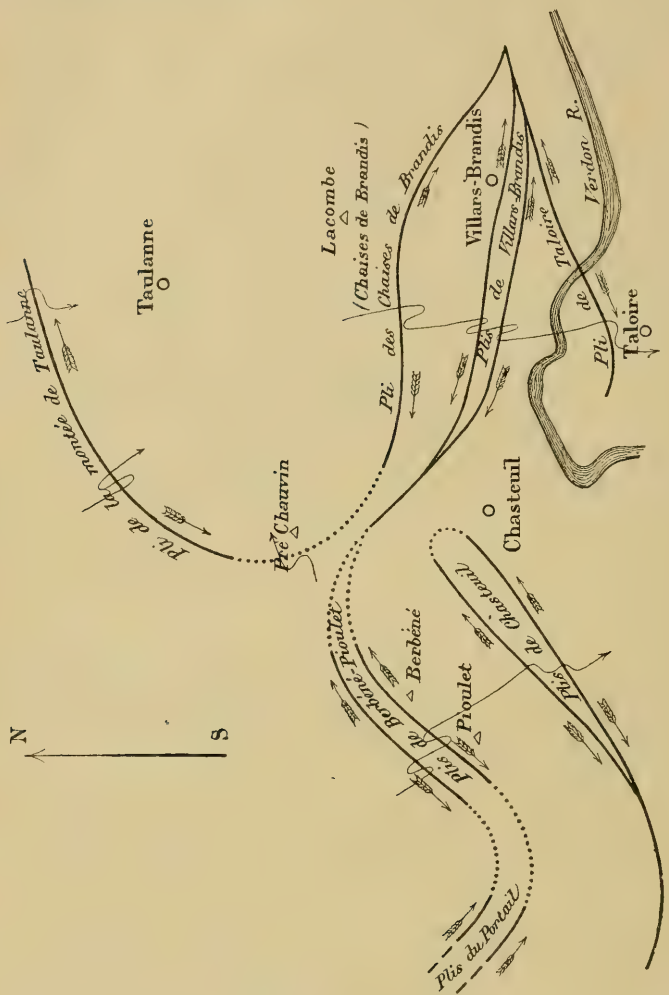


Fig. 2

En ce qui concerne ces derniers plis, leurs portions orientales se sont propagées, suivant la règle, vers le raccordement dont nous venons de parler, et une conclusion analogue permet de conclure à la détermination du sens de propagation de leurs portions occi-

dentales vers le raccordement de ces plis avec les plis du Portail de Blieux.

Les deux plis en escalier au-dessus de Chasteuil forment naturellement un ensemble dont le centre de production a dû évidemment se trouver entre leurs deux extrémités, diversement raccordées entre elles comme on l'a vu.

Cette opération préliminaire permet de grouper en faisceaux les plis séparés et de classer ensemble, d'une part le pli des « Chaises de Brandis », les deux plis de Villars-Brandis et le pli de Taloire; et, d'autre part, les deux plis de Berbéné-Pioulet et les plis de Chasteuil.

Quant au pli de la montée de Taulanne il paraît pouvoir se classer plus rationnellement avec les plis du faisceau O.S.O.-E.N.E., dont il a été parlé dans l'étude des environs de Barrême, ainsi qu'il en a été dit un mot plus haut.

L'exemple de ces faisceaux et des raccordements divers auxquels leurs éléments ont pris part est un des plus frappants, des plus probants de la région que nous avons étudiée.

Région comprise entre Castellane et la Jaby

La Société n'a pu examiner qu'une portion très réduite de cette région, mais les phénomènes observés ont été assez intéressants pour que nous ajoutions quelques considérations théoriques à la description contenue dans les comptes rendus des courses des 25 et 26 septembre.

Le fait le plus important et dont nous allons nous occuper tout d'abord est l'indépendance absolue du pli de Destourbes et du pli des Blaches.

Le chevauchement de ce dernier pli, qui prend fin à la Jaby, a créé une discontinuité des plus nettes qu'on peut *toucher du doigt* en certains points et qui se produit : à la Jaby même, entre le Jurassique supérieur et le Néocomien; un peu plus à l'Ouest, sur l'autre versant de la vallée, entre les marnes bathoniennes du flanc renversé et le Néocomien; plus à l'Ouest encore, sur le chemin venant de Castellane, entre l'Infralias et le Barrêmien; près du Clos de Provence, entre le Bathonien et l'Oxfordien, constituant une réapparition du flanc renversé, et le Néocomien; au Roc de Castellane, entre le Trias et l'Infralias et le Jurassique supérieur.

En continuant à avancer vers l'Ouest, les cultures et les alluvions empêchent malheureusement les observations, et l'on ne retrouve

trace de la ligne de discontinuité qu'après avoir dépassé Castellane, quand on arrive aux abords du Moulin de la Salaou. C'est le Cénomanien qui, en ce point remarquable, est en contact anormal avec le Trias qui le *recouvre* de la façon la plus nette. Ce Trias est en continuité parfaite, d'ailleurs, avec la série jurassique qui s'étage régulièrement au-dessus de lui jusqu'à la crête de la Palud, suite évidente de celle des Blaches. Et, dès lors, bien que les alluvions ne permettent pas de la constater « de visu », l'unité du Trias du Moulin de la Salaou et de celui qui est, au Roc de Castellane, en contact avec le Jurassique supérieur, est un fait certain. Cette constatation permet alors de conclure que tout ce Trias et les terrains qui le surmontent ont considérablement chevauché sur le substratum dont font partie, d'une part, le Cénomanien du Moulin de la Salaou, de l'autre, le Jurassique supérieur du Roc et le Néocomien qui est au-dessus.

Or, les observations que l'on peut faire sur la rive gauche du Verdon permettent de constater, dans ce substratum, des accidents dont l'ensemble constitue le pli de Destourbes, pli déversé vers l'Ouest, avec noyau triasique étiré chevauchant sur du Barrêmien qui est en continuité avec le Cénomanien du Moulin de la Salaou.

Malgré ces accidents il y a donc liaison directe entre ce Cénomanien et le Jurassique supérieur du Roc et de la crête de Destourbes, ainsi qu'avec le Néocomien qui les recouvre, et la suite de terrains qui les sépare forme ainsi avec eux un ensemble sur lequel a été traînée du Nord au Sud la masse de recouvrement du pli des Blaches, de telle sorte qu'au point de vue de la topographie géologique, si l'on supposait les alluvions enlevées, on devrait voir les dtvers éléments de cette suite venir successivement s'arrêter contre une ligne de discontinuité qui montrerait ainsi le phénomène curieux du contact *anormal* de terrains de la masse de recouvrement, de Trias par exemple, avec les terrains identiques appartenant au substratum.

On conçoit que, dans ces conditions, le pli des Blaches et le pli de Destourbes doivent être considérés comme appartenant à deux faisceaux différents.

Nous n'avons pas cru devoir, dans la présente note, faire une mention spéciale des phénomènes que la Société a pu observer aux environs de Rougon. Mais nous ne saurions terminer ce qui est relatif aux abords de Castellane sans faire remarquer que les phénomènes dont nous venons d'y montrer l'existence ont la plus grande analogie avec ceux constatés, près de Rongon, à la rencontre

des accidents N.S. qui se succèdent si rapidement à l'Ouest de la crête de Breis avec la masse de recouvrement dépendant de la prolongation du chevauchement observé au pont du Soleil. Ne faudrait-il pas même voir une analogie entre l'apophyse triasique qui, à l'Est de Rougon, s'avance vers le synclinal N.S. qui lui fait face, et la disposition de la masse de même forme et de même nature qui s'avance bien nettement, au-dessus du moulin de la Salaou et de la Colle, vers le synclinal crétacé situé au N. de l'anticlinal de Robion ?

Environs de Castillon

La région de Castillon est un exemple tellement net de la localisation d'un phénomène de plissement que, malgré son peu d'importance relative, nous avons tenu à compléter, par quelques réflexions théoriques, la description faite dans le compte-rendu de la course du 26 septembre.

Ainsi que nous avons pu le montrer clairement à la Société, le tracé des anticlinaux des environs de Castillon comprend : un pli rectiligne à peu près symétrique, très intense au passage du Verdon, mais s'atténuant rapidement de part et d'autre et n'ayant pas plus de 1500^{m} de longueur totale observable, puis un pli en forme d'U à branches inégales, continuellement dissymétrique avec déversement vers l'intérieur de l'U, et dont la concavité embrasse, sans qu'il y ait empiétement des deux mouvements, l'extrémité Est du premier pli (Fig. 3).

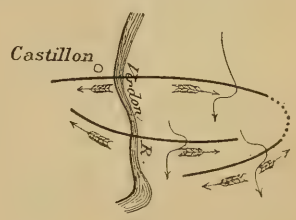


Fig. 3

La formation de l'U à branches inégales doit être attribuée, d'après les règles dont nous avons déjà parlé, au raccordement de deux plis, constituant les deux branches de l'U, raccordés par le pli curviligne, cette réunion étant rendue facile, dans l'espèce, par le déversement des deux plis composants vers l'intérieur de l'U (1).

La structure de la région de Castillon serait ainsi rapportée à un faisceau de trois plis à peu près parallèles, dont l'un serait isolé, et dont les deux autres se seraient raccordés à l'une de leurs extrémités.

(1) Voir à ce sujet le tableau de la page 28 de la Note sur la structure de la région de Castellane (*loc. cit.*).

III. CONCLUSION

Les raisonnements qui viennent d'être exposés montrent de quelle manière nous avons procédé pour répartir en *faisceaux* l'ensemble des plis de la région de Castellane. La planche XXVI montre cette répartition, qui permettra de relier entre eux les éléments qui précèdent, et de concevoir ainsi la classification générale des plis en dehors du voisinage immédiat des localités visitées par la Société.

Ainsi que nous l'avons fait remarquer en présentant pour la première fois cette classification, il peut se faire que certains arrangements puissent être critiqués et qu'une étude spéciale des caractères de quelques plis soit encore nécessaire pour fixer l'attribution définitive de telle ou telle de leurs parties à tel ou tel faisceau.

Mais ces discussions, en présence des exemples que nous avons donnés et au sujet desquels elles ne paraissent pas possibles, ne nous semblent pas pouvoir toucher aux conclusions qui peuvent être tirées, en faveur de notre conception nouvelle des lois des plissements de l'écorce terrestre, de la possibilité de diviser l'ensemble des plis d'une région aussi compliquée et étendue que celle de Castellane, suivant une méthode rationnelle basée sur la recherche des caractères permettant de reconnaître le sens de propagation des plis, en *faisceaux* remplissant tous les conditions nécessaires pour pouvoir être regardés comme produits par l'action d'un effort élémentaire spécial à chacun d'eux.

M. **Léon Bertrand**, à la suite de la communication de M. Zürcher sur la tectonique de la région de Castellane, présente à la Société une note insérée aux comptes-rendus de l'Académie des Sciences (séance du 8 juillet 1895) sur la tectonique de la partie N.-O. des Alpes-Maritimes, région adjacente à la précédente.

Il montre le raccord des plis figurés sur la carte qui accompagne cette note, avec ceux indiqués sur le schéma de la région de Castellane, dont elle forme le prolongement vers l'E. et le N.-E. ; il signale l'existence d'un dôme permien avec une bordure de plis concentriques, ainsi que la complication résultant vers le N.-E. du voisinage du massif cristallin du Mercantour. Il indique l'existence d'une torsion des plis situés au Sud de ce dôme, dirigés d'abord O.-E., puis N.-S. et venant se réunir en un même faisceau avec

d'autres plis venant du N.-E., où ils forment la bordure de l'extrémité orientale du massif cristallin ; par suite, les deux ramifications de ce faisceau embrassent le massif cristallin du Mercantour et le dôme permien.

Il insiste sur l'existence d'ondulations des axes des plis anticlinaux et synclinaux, amenant l'existence de *dômes* et de *cuvettes synclinales*, ainsi que sur l'absence d'alignement de ces ondulations aux environs de Puget-Théniers, ce qui empêche de les considérer comme résultant du croisement par des plis transversaux. En outre, il signale une manière d'être très commune pour les plis de la région qu'il a étudiée : beaucoup de ces plis anticlinaux ou synclinaux naissent et disparaissent très brusquement sans laisser de traces sur leur prolongement à une très faible distance.

Il indique enfin, parmi les plis dont il a parlé, les allures d'un anticlinal spécialement important qui longe le Var, aux abords de Puget-Théniers et au sud de cette localité (chaîne de Rosebel), puis se transforme en un pli-faille, qui s'infléchit vers le Sud et se raccorde avec le cours du Var vers son confluent avec l'Esteron ; ce pli-faille coupe successivement les directions de divers plis O.-E. du bassin de l'Esteron, qui ne subissent pas la même torsion vers le Sud.

M. **Kilian** indique la fréquence, dans le Jura, des plis locaux, à arrêt brusque, dont a parlé M. L. Bertrand ; cette forme de dislocations est connue depuis longtemps en dehors des chaînes alpines proprement dites. Sur les plateaux du Jura, du côté d'Avoudrey (Doubs), on peut observer de remarquables exemples d'anticlinaux surgissant dans des zones synclinales et se terminant de même par un brusque plongement périclinal des assises.

Il demande ensuite à M. L. Bertrand quelle est la différence essentielle existant à ses yeux entre le massif cristallin et le dôme permien.

M. **Léon Bertrand** répond que les plis de la bordure du massif cristallin sont des plis longitudinaux et parallèles qui s'atténuent et disparaissent en s'approchant de l'extrémité du massif, lequel se termine en se divisant en plusieurs anticlinaux, tandis que ceux de la bordure du dôme permien sont concentriques à ce dôme, dont ils font le tour sur une grande partie de sa périphérie.

M. **Léon Bertrand** demande ensuite à M. Zürcher si, dans la suite des plis déversés vers le Sud et le Sud-Ouest, qui s'observent

depuis Saint-Auban jusqu'à Chabrières, en passant par Castellane, Rougon et Majastres, il ne lui semblerait pas possible de voir la trace d'un déplacement horizontal, qui n'aurait pas produit un véritable décrochement avec rupture, mais aurait dévié et étiré les plis, dont les deux extrémités ne sont plus dans le prolongement l'une de l'autre. Cette sorte de décrochement correspondrait à l'important pli-faille dont il vient de parler à la fin de sa communication.

M. **Zürcher** répond qu'il ne peut admettre cette hypothèse, et qu'au contraire chacun des éléments qui constituent la région plissée dont a parlé M. L. Bertrand paraît avoir son individualité propre, et avoir dû, selon les idées théoriques développées plus haut, naître et acquérir son extension actuelle à l'emplacement qu'il occupe aujourd'hui.

M. **Zürcher** ajoute que les indications données par M. L. Bertrand dans sa très intéressante communication, en ce qui concerne les variations d'intensité des plis, l'existence d'anticlinaux et de synclinaux de faible longueur, la terminaison des plis O.-E. de la région de Roquesteron et du Cheiron contre un pli-faille à peu près N.-S. voisin du cours de même direction du Var ; la bifurcation des plis aux abords du massif cristallin, lui paraissent de nouveaux arguments à mettre à l'appui de ses idées sur le groupement des plis en faisceaux résultant chacun d'un plissement central originel, particulier.

M. **Kilian** attire l'attention sur la coïncidence remarquable qui existe entre la structure imbriquée et la sinuosité des lignes directrices. L'empilement et l'étirement des plis aux environs de Castellane correspond en effet à une sorte de *torsion* en S des lignes directrices entre Digne et Nice. Cette corrélation est à rapprocher de ce qu'on observe près de Salins (Savoie), où une brusque déviation des lignes directrices pourrait faire croire à un véritable décrochement, et se trouve également accompagnée d'un empilement de plis isoclinaux. Il en est à peu près de même dans plusieurs points du Briançonnais.

M. **Depéret** demande de quelle façon M. Zürcher a établi l'existence de plis anciens dans la région de Castellane.

M. **Zürcher** répond qu'il a employé la méthode suivie par M. M. Bertrand, dans ses études sur les plis anciens du Nord de la France, méthode consistant à indiquer sur une carte les divers terrains qui forment le substratum d'un étage déterminé, et à coordonner ensuite ces indications pour en déduire, d'une façon d'autant plus exacte que le nombre des points d'observation est plus grand, la topographie géologique du fond de la mer à l'époque du dépôt des couches de l'étage considéré.

M. **Haug** fait remarquer que la méthode à laquelle M. Zürcher vient de faire allusion est déjà ancienne, qu'elle a été employée entre autres par M. Suess et que lui-même s'en est servi pour établir l'âge antéoligocène de certains plis ; mais il rend hommage à M. M. Bertrand, qui a su continuer la méthode en question en instrument classique de travail.

M. **Kilian** fait observer que, puisque cette question de priorité est soulevée, il tient à rappeler que c'est par cette même méthode qu'il a démontré, en 1888, l'ancienneté de l'Anticlinal du Nord de Lure, antérieurement encore aux dates citées par M. Haug.

M. **Kilian,** rappelant une observation très judicieuse de MM. Leenhardt et L. Bertrand sur l'apparition d'une série de plis N.-S. dans le S. de la feuille de Castellane et sur la coïncidence de ce régime avec l'apparition des masses de dolomies et de calcaires blancs dans le Jurassique supérieur, il se demande si cette structure n'est pas motivée par le manque de plasticité de ces masses rocheuses. On se souvient que, sur le versant méridional de Lure, c'est de la même façon que le régime de Banon (failles et bandes affaissées N.-S.) coïncide avec l'apparition du facies urgonien dans l'Aptien inférieur.

M. **Guebhard** présente à la Société la carte géologique au $\frac{1}{50.000}$ des environs de St-Vallier-de-Thiey (Alpes-Maritimes), qu'il vient de publier dans les Comptes rendus de l'Association française pour l'avancement des sciences. A ce propos, il fait une communication relative aux fossiles qu'il a recueillis dans les environs de cette localité. Ces fossiles ont été étudiés par M. Kilian et présentent un grand intérêt stratigraphique, notamment *Exogyra virgula*, qui occupe un horizon inférieur aux calcaires blancs à *Rhynchonella Astieri*. Ces derniers sont donc l'équivalent du Portlandien et du Tithonique.

NOTICE

SUR LA

RÉGION D'ESCRAGNOLLES

(ALPES-MARITIMES)

par MM. **KILIAN** et **Ph. ZÜRCHER**

avec la collaboration de M. **Adrien GUEBHARD**

INTRODUCTION

La route nationale de Grasse à Castellane, après s'être élevée en lacets, en abandonnant peu à peu les jardins verdoyants et fleuris de la ville des parfums, s'engage bientôt dans une région où l'altitude, la nature du sol sont de plus en plus défavorables à la végétation. Ce n'est plus alors que par endroits, grâce à des circonstances exceptionnelles, que quelques villas de plaisance, quelques cultures entourant un centre d'habitation viennent égayer les solitudes pierreuses que traverse le chemin et qui ont été comparées par un voyageur à une Arabie « plus pétrée que l'autre » (1).

St-Vallier-de-Thiey d'abord, puis Escragnolles, sont les deux principaux centres que l'on rencontre dans ce parcours qui fait pénétrer si brusquement dans le pays à climat alpin, au sortir des coteaux en espalier qui jouissent, aux environs de Grasse, d'une température encore des plus clémentes. En arrivant ensuite à Séranon des forêts épaisses et étendues, garnissant surtout les pentes exposées au Nord, les *Ubacs* (*Hubacs*), viennent donner au paysage un caractère moins désolé, que l'on retrouve également vers le Nord, dans les vallées d'Andon et du Thorenc.

L'orographie de la contrée est relativement simple : une grande ligne de crêtes, atteignant 1632^{m} d'altitude au Signal d'Andon, s'étend de l'Ouest à l'Est entre Séranon et Caussols, interrompue

(1) Joanne.

seulement par la coupure de Canaux, où passe la route de St-Vallier aux Thorencs. Au Sud de cette crête principale et à l'Ouest de la coupure dont on vient de parler on rencontre une deuxième chaîne de même direction qui a son point culminant au signal de Thiey (1548m). De l'autre côté de la coupure, la crête est plus méridionale, c'est la chaîne de Ferrier et du Ht-Montet, extrémité sud du plateau curieux de Caussols, vaste entonnoir dont les eaux sans issue extérieure, s'engouffrent dans un *Embut*. Il faut encore noter, au Sud de la chaîne de l'Audibergue, tout à fait vers l'Ouest, le massif compris entre la dépression où passe la route nationale et le vallon au fond duquel est le château de la Lubi. Ce massif offre encore une disposition allongée dans la direction Ouest-Est. Plus vers l'aval cette tendance à l'orientation suivant les parallèles s'atténue, et l'on rencontre une série de massifs irréguliers, séparés par des dépressions à peu près Nord-Sud. Ces dépressions sont, en allant de l'Ouest à l'Est, le vallon du Fil, la coupure de St-Estève et de la Colle de Mons, les « cluses » de la Siagnole d'Escragnolles et de la Siagne, le col où passe la route de St-Vallier aux Thorencs. Entre ces accidents de terrain s'élèvent les massifs de Bliauge (1394m), du plus loin Louquier (1140m), de Briasq (1140m), de la Faye (1096-1053m) et enfin à l'Est de St-Vallier les hauteurs à formes tourmentées qui s'élèvent jusqu'au plateau de la Malle.

Cet ensemble montagneux domine au Nord un plateau qui occupe à peu près un triangle dont les sommets seraient Mons, St-Vallier et Cabris, et qui ne présente que des ondulations relativement peu accentuées au dehors des profondes coupures au fond desquelles coulent la Siagne et la Siagnole de Mons.

Si, après avoir ainsi analysé la topographie de la région située au Sud de la chaîne de l'Audibergue, on examine le pays au Nord de cette haute crête, on voit s'y succéder des arêtes orientées Est-Ouest : d'abord la montagne de l'Hubac d'Andon, puis, après la vallée de Séranon-Caille-Andon, les hauteurs importantes jalonnées par le Signal du Bauroux (1644m) et le sommet du Haut Thorenc, et enfin, passé le Val de Roure et la vallée des Thorencs, la montagne de Bleine (1657m). Un trait commun à toutes ces montagnes est leur *dissymétrie* très nette, opposant aux pentes modérées des versants septentrionaux les à-pics qui regardent le Sud.

C'est cette région, dont le centre de figure, et aussi le point le plus intéressant, est le village d'Escragnolles, dont la description géologique va faire l'objet de ce qui va suivre. M. Kilian a eu

l'occasion, pour la préparation de son ouvrage sur la Montagne de Lure, de recueillir dès 1888 des documents sur la géologie de cette localité (qui, connue depuis longtemps des paléontologistes, avait fait l'objet d'un important travail d'Hébert en 1872) et d'en dessiner une carte détaillée ; M. Zürcher a eu également à étudier cette contrée comme confinant à la feuille de Castellane et montrant la suite d'intéressants phénomènes tectoniques. Enfin, M. le docteur Guébhard a bien voulu apporter à MM. Kilian et Zürcher le précieux concours des recherches qu'il a faites dans les communes de St-Vallier et de Mons et dont un premier résultat a déjà été publié (1).

L'un de nous (M. Zürcher) a dressé la carte géologique au 80000e de la contrée ; cette carte sera publiée prochainement, lorsque les circonstances auront permis d'y mettre la dernière main, ce que nous espérions pouvoir faire avant la publication de la présente note. Ce n'est donc qu'un résumé préliminaire de nos observations que nous présentons ici, en nous réservant de publier un travail plus détaillé qui accompagnera la carte dont nous venons de parler.

Nous renvoyons également à plus tard l'analyse circonstanciée des travaux (2) assez nombreux où il a été question d'Escragnolles,

(1) Ass. franç. pour l'Avancement des Sc. Congrès de 1894 (Caen). (Carte et coupes).

(2) Voici cependant quelques indications bibliographiques concernant cette intéressante localité :

1841. Bélemnites des terrains crétacés inférieurs des environs de Castellane (Basses-Alpes), par J. Duval-Jouve. Paris, Fortin, Masson et Cie, éditeurs, in-4o, 80 p., 12 pl. et carte géol. (Mém. de l'Ac. des Sc., 30 août 1841). — Dans cet ouvrage, Duval-Jouve a donné une coupe de Clars (loc. cit., p. 15) et une vue géologique d'Escragnolles (id., fig. 6) ; il donne aussi quelques détails stratigraphiques sur cette localité.

M. Matheron a publié également, dans son « Catalogue méthodique » des listes de fossiles d'Escragnolles (1842).

Dans son « Cours élémentaire » (1849-52), d'Orbigny cite à plusieurs reprises les gisements d'Escragnolles (p. 492, p. 610) et figure une coupe sommaire de cette localité Il constate l'absence de l'Aptien à la Colette de Clars. En 1843, d'Orbigny avait, du reste, consacré une note spéciale (*B. S. G. F.*, 1re série, t. XIV, p. 543) au « terrain albien de Clars ». La *Paléontologie française* renferme la description d'une série considérable d'espèces du Jurassique supérieur, du Crétacé inférieur, du Gault et du Cénomanien des environs d'Escragnolles Dans le « *Prodrome* » du même auteur (1850 52) figure une liste de fossiles du Gault d'Escragnolles et d'Andon ; il cite en outre *Am. plicatilis*, *Henrici* et *oculatus* dans l'Oxfordien de cette localité.

Astier mentionne dans son Catalogue descriptif des *Ancyloceras*, seize espèces d'Escragnolles, le *Crioceras Astieri* de Clars et *Ancyl. Emerici* d'Orb., sp., de Saint-Martin. [Catalogue descriptif des *Ancyloceras* appartenant à l'étage néocomien d'Escragnolles et des Basses-Alpes, par J.-E. Astier. Lyon, imprimerie Barret, gr. in-8o, 27 p. et 9 pl. lith. (Extr. des Ann. de la Soc. nat. d'agric., d'hist. nat. et des arts utiles de Lyon, 1851)].

Coquand, Dieulafait et Gauthier (*B. S. G. F.*, 2e série, t. XXVI) ont également

nous bornant à énumérer ici les noms des géologues qui se sont occupés de cette intéressante localité. Escragnolles doit à ses gisements fossilifères d'avoir été cité un assez grand nombre de fois par les anciens stratigraphes ; c'est ainsi que d'Archiac, Sismonda, d'Orbigny, Hébert, Duval-Jouve, Coquand, Astier, MM. Fallot, Seunes, Chiris, Rivière, Senequier, lui ont consacré des passages plus ou moins étendus. Mais c'est surtout Ed. Hébert qui a publié, de cette localité, quelques coupes de détail absolument remarquables.

Le double point de vue tectonique et stratigraphique auquel nous nous plaçons aujourd'hui n'avait été que très imparfaitement traité par nos prédécesseurs, surtout préoccupés de la recherche des fossiles ou trompés par les accidents tectoniques. C'est ce qui explique qu'après tant de maîtres, nous ayons encore trouvé matière à des observations quelque peu intéressantes et nouvelles.

relevé une coupe d'Escragnolles et énuméré une suite de fossiles des calcaires blancs de Breasc (Briasq.), en particulier : *Cidaris florigemma*, *Rhabdocidaris caprimontana*, *Rhynchonella Astierana*, *Rh. trilobata*. Ces auteurs mentionnent aussi du Jurassique supérieur des environs d'Escragnolles : *Ammonites Achilles*, *Lallierianus*, *longispinus*, *suprajurensis* et *Gravesi*.

Consulter aussi : d'Archiac. Histoire des Progrès de la Géologie. (Paris, 1848-1851). T. IV, p. 493. — Sur les calcaires jurassiques à *Diceras* du Midi de la France, par H. Coquand. [*B. S. G. F.*, (2), XXVII, p. 73-106, 15 nov. 1869].

En 1871 et 1872, Hébert (loc. cit., *B. S. G. F.*, 2e série, t. XXVIII et t. XXIX) publia plusieurs coupes détaillées prises près d'Escragnolles : dans les ravins de Clars (près du kil. 19 de la route nationale) et de St Martin. Dans ces descriptions, nous remarquons que l'auteur ne cite pas *Toxaster granosus* à la base du calcaire à Spatangues. (Hébert a cité en 1871 *Toxaster gibbus* et *Tox. Ricordeaui* d'Escragnolles). Il énumère exactement toutes les assises et distingue bien la glauconie à fossiles barrêmiens de l'Hauterivien sous-jacent et du Gault qui la surmonte. Le Cénomanien du Logis de Séranon est étudié en détails.

Voir encore : 1861. E. Hébert. *B. S. G. F.*, 2e série, t. XIX, p. 119 ; Id., id., t. XXI, p. 287 (1864).

1872. Hébert. Documents relatifs au terrain crétacé du Midi de la France, id., 2e série., t. XXIX, p. 393 (1872) et id., 3e série, t. I (1873), p. 62. Id. Le Néocomien inférieur dans le Midi de la France, t. XXVIII, p. 156 (1871).

1861. Reynès. Etudes sur les terrains crétacés du Sud-Est. Sismonda (Mém. Ac. des Sc. de Turin, t. IX). Tardy, *B. S. G. F.*, 3e série, t. I, p. 287 (1873).

Citons encore dans le compte-rendu de la Réunion extraordinaire de 1877 à Fréjus et à Nice, des notes de Coquand, d'Hébert et de M. Potier, sur les Calcaires blancs du Jurassique supérieur. Ce dernier auteur y fait mention de la localité de Mons, près d'Escragnolles.

M. Fallot a dit aussi quelques mots de cette région dans sa thèse, parue en 1887 dans les Annales des Sciences géologiques. (1887. E. Fallot. Etude géol. sur les Et. moyens et supérieurs du Crétacé dans le S.-E. de la France (Ann. Sciences géol., t. XVIII)).

En outre : 1880. Anciens camps retranchés des environs de Grasse, par P. Sénéquier. Nice, gr. in-8°, 26 p., 1 pl. (Soc. des Lett., Sc. et Arts des A.-M., t. VII).

TECTONIQUE

(Voir Planche XXVII).

Reserrées entre les faisceaux de la Zone du Gapençais au Nord et les plis de Provence au Sud, les chaînes subalpines, suite de celles des Basses-Alpes (1) et du Dauphiné, et dirigées ici sensiblement E.-O., se montrent formées d'une série de plis-failles inverses déversés vers le S. et *empilés* de façon à réaliser un type remarquable de « Schuppenstruktur » ou Structure imbriquée.

Une coupe à peu près N. S., menée d'Andon à Fayence (voir Pl. XXVII), met en évidence cette structure intéressante et montre, avec un pendage uniforme vers le N., *sept* anticlinaux dont quelques-uns font apparaître l'Infralias. On remarque que tous ces plis, plus ou moins étirés, sont couchés vers le bord extérieur des Alpes, et vers la dépression qui sépare la chaîne alpine de l'Esterel. A ces accidents, viennent s'ajouter, au N. de Mons, des plis N.-S. (Ravin du Fil, Colle de Mons), c'est-à dire suivant une direction *perpendiculaire* à la précédente (v. Pl. XXVII). Les conglomérats éocènes ont été disloqués par ces plis qui, comme les précédents, doivent s'être produits à la fin des temps tertiaires (plissements subalpins).

Dans le ravin de St-Martin, on remarque une série de petites cassures ayant affecté le Jurassique supérieur, mais recouvertes par des dépôts néocomiens non disloqués. Ces petites failles, dont les lèvres montrent du reste la trace des érosions (Lithophages) de

1880. G. Rivière. Nouvelles recherches dans les Alpes-Maritimes. (Ass. fr. av. Sc., 1880, 4 p.).

1883. Les grottes préhistoriques de St-Martin d'Escragnolles, par M. Chiris. Nice, imprimerie Malvans, gr. in-8°, 14 p., 5 pl. (Soc. des Lett., Sc. et Arts des A.-M., t. VIII). (Autres notices du même dans les Mém. de la Soc. de Draguignan).

1887. Note sur quelques Ammonites du Gault, par J Seunes. [*B. S. G. F.*, (3), XV, p. 557, 4 pl.) (*passim*).

1893. La Provence préhistorique et protohistorique, par Prosper Castanier. 1 vol. gr. in-8°. Marpon et Flammarion, 306 p. et carte.

1893. Gaupillat. Les Gorges et Ponts naturels de l'Argens, de la Siagne et du Loup (Ann. du Club alpin français, t. XX, p. 232).

1893. W. Kilian et Ph. Zürcher. Note préliminaire sur la structure des environs d'Escragnolles. (C.-R. séances Soc. Géol. de France, 1893).

1894. A. Guébhard. Notes sur les environs de St-Vallier (Tectonique d'un coin difficile des Alpes-Maritimes). — Ass. Fr. Av. Sc., 23e session, Caen), publiées dans les volumes de 1894 et 1895 des Congrès de l'Association française pour l'Avancement des Sciences. Avec carte coloriée et coupes.

1896. Dr A. Guébhard. Ponadieu et les environs de St-Vallier-de-Thiey. — Nice, 1896, imp. Gauthier (notamment p. 22).

(1) Par Mézel, Moustiers-Ste-Marie, le Bourguet, la Martre. — V. à ce sujet notre Note sur la Structure des environs de Sisteron (dans le présent volume).

la mer hauterivienne, sont donc nettement *antérieures au Néocomien*, et appartiennent à une période plus ancienne que celle du plissement principal.

STRATIGRAPHIE

Au point de vue stratigraphique, nos observations, jointes à celles du Dr Guébhard, permettent de signaler les assises et les étages suivants, dont il sera donné plus tard une description détaillée, basée sur les riches récoltes de notre confrère, pour le Jurassique et le Tertiaire, sur celles de l'un des auteurs de ces lignes (M. Kilian) pour le Crétacé.

I. — Trias

Le Trias apparaît peu dans notre région, et montre seulement ses couches supérieures formées de marnes bariolées avec gypse, lignites et cargneules. C'est seulement dans le fond de la vallée de la Siagne, bien en aval de St Cézaire, que l'on rencontre le Muschelkalk et le Grès bigarré, appuyés sur les schistes anciens de l'Esterel.

Ce faciès des couches triasiques est, on le sait, très constant dans la presque totalité de la Provence.

II. — Infralias

Les couches infraliasiques présentent, dans le territoire voisin d'Escragnolles, le faciès bien connu depuis les travaux d'Hébert, Coquand et Dieulafait, et qui a été indiqué notamment dans les légendes des feuilles d'Antibes et de Draguignan.

A la base, un horizon où dominent les marnes, qui sont entremêlées de bancs de calcaires se délitant en plaquettes souvent très minces, contient les fossiles de la zone à *Avicula contorta*. La partie inférieure de ces couches comprend des bancs de marne verte de près d'un mètre d'épaisseur qui sont très constants et forment un niveau imperméable donnant lieu à de nombreuses sources, et notamment, un peu en dehors de notre limite, à la *Foux* de Grasse.

Les fossiles sont abondants dans les plaquettes et les bancs calcaires ; près de Fayence une véritable lumachelle contient de nombreux exemplaires de la *Myophoria postera* Quenst., généralement peu commune dans les autres gisements. Cette jolie espèce est accompagnée de nombreux autres Bivalves.

Au-dessus de ces intéressantes couches viennent des *dolomies* en bancs plus ou moins épais, se divisant en parallélipipèdes, et souvent aussi en plaquettes irrégulières, couvertes d'un réseau de

stries grossièrement orthogonales, d'une couleur gris sale et d'un aspect très caractéristique. Un niveau de calcaire siliceux à grain très fin, constitue au milieu de ces dolomies un accident que l'on retrouve à cette place sur une immense étendue. Ces dolomies et calcaires ne contiennent pas de fossiles.

Les couches à *Avicula contorta* ont une puissance de 40^{m} environ. Les dolomies et calcaires qui les surmontent forment un ensemble de 80^{m} environ d'épaisseur.

III. — Bajocien

Au-dessus des bancs dolomitiques de l'Infralias apparaissent des couches, soit calcaires, soit encore dolomitiques, contenant des silex et des fossiles, ou au moins des débris de fossiles siliceux. Ces restes organisés sont d'ailleurs d'autant plus rares que le faciès dolomitique est plus développé. Rien de déterminable n'a pu être détaché de ces assises dans la région étudiée (1), mais il est hors de doute qu'elles constituent le prolongement du niveau fossilifère de Draguignan qui appartient sans contredit au Bajocien. On peut donc considérer, comme M. Potier l'a fait pour la feuille d'Antibes, que ces calcaires et dolomies à silex correspondent au Bajocien, sans pouvoir cependant préciser les niveaux de cet étage qui sont représentés ; il semble possible de comparer ces couches à silex avec celles qui, vers l'Ouest, ont reçu le nom de zone à *Lima heteromorpha,* et correspondent à l'horizon à *Harp. Murchisonæ*, qui serait ainsi celui qui paraîtrait occuper la plus grande place dans le Bajocien de la région.

L'épaisseur moyenne des couches dont il vient d'être parlé est de 50 à 60 mètres.

IV. — Bathonien

Les couches supérieures aux calcaires et dolomies à silex sont encore des calcaires et des dolomies, mais d'un faciès notablement différent et dans lesquels l'élément siliceux a complètement disparu.

Les calcaires sont en bancs assez bien réglés, divisés très souvent par des fissures irrégulières ayant l'apparence de fentes de retrait. La cassure montre une couleur rousse, une contexture grenue avec facettes spathiques correspondant à des Entroques. D'autres fossiles sont rares, et c'est seulement par places que l'on peut observer des Rhynchonelles identiques à certaines variétés de *Rh. decorata* des Ardennes, ainsi que quelques Huîtres que l'on ne trouve qu'au voisinage de Grasse.

(1) Le Dr Guébhard y a recueilli près de Callian, un *Stomechinus*. — Le même observateur nous a communiqué un bon exemplaire de *Pholadomya Murchisoni* Sow. de cette région.

Le *faciès dolomitique* envahit par places tout ou partie de ces couches, et leur donne alors un aspect qui rappelle à s'y méprendre les dolomies si puissantes et si régulières du Jurassique supérieur de Brignoles et de Toulon. Les assises s'épaississent et sont sculptées par les érosions atmosphériques en roches de formes étranges, à la surface rugueuse, noircie par les cryptogames, et dont les anfractuosités, remplies de sables dolomitiques, donnent la possibilité à un assez important développement de la végétation forestière, plus rare au contraire là où l'élément calcaire domine.

Bien que la région considérée ne permette pas d'observer le développement du phénomène, il convient de rappeler en parlant des couches qui font l'objet des lignes qui précèdent, qu'au Sud-Est de Grasse on observe, ainsi que M. Potier l'a compris dans la légende de la feuille d'Antibes, l'existence de marnes bariolées avec gypse s'intercalant au milieu des calcaires. Aux environs immédiats de Grasse ce phénomène existe encore, quoique moins important qu'à la Bouillide, près de Valdonne, où il présente tout son développement.

Comme pour le Bajocien, l'absence presque complète de caractères paléontologiques ne peut permettre d'assigner à ces couches leur place très précise dans la série sédimentaire. Les Rhynchonelles appartiennent à des formes nettement bathoniennes, mais elles ne peuvent permettre de déterminer exactement le niveau des assises qui les contiennent.

Il n'est donc pas possible de conclure autrement qu'en déduisant de la place de ces couches entre le Bajocien et le Jurassique supérieur, de la présence, dans leurs bancs, de Rhynchonelles bathoniennes, leur attribution à tout ou partie de l'étage bathonien.

Il semble rationnel toutefois d'ajouter à ces indications que rien ne paraît indiquer d'interruption dans la sédimentation entre les calcaires et dolomies à silex attribués au Bajocien, et les couches qui viennent d'être décrites.

L'épaisseur des couches bathoniennes varie de 80^{m} à plus de 120^{m}.

V. — Callovien

Cet étage est représenté par des calcaires en plaquettes jaunâtres associés à des dolomies puissantes et dans lesquels M. Guébhard a rencontré, près de Mons, une série d'espèces calloviennes et notamment :

Hecticoceras punctatum Stahl. sp. *Peltoceras subdistractum* Waag. sp.

VI. — Oxfordien

M. Guébhard a étudié, près de Mons, des calcaires d'un blanc jaunâtre, *piquetés de glauconie,* qui renferment une faune oxfordienne intéressante et contiennent de nombreux rognons *phosphatés.* On y trouve :

Belemnites (*Hibolites*) sp. indéterminables (n° 1162, coll. Guébhard).
Phylloceras (*Sowerbyceras*) *tortisulcatum* d'Orb., sp. (n° 1242, coll. Guébhard).
Ochetoceras canaliculatum d'Orb., sp.
Perisphinctes sp. indéterminable (n° 1693, coll. Guébhard).
— *rota* (Waag.) Kil.
— *lucingensis* Favre.
Aspidoceras Œgir Opp. (n° 1680, coll. Guébhard).
Peltoceras arduennense d'Orb., sp.
Rhabdocidaris Caprimontana d'Orb.
Apiocrinus sp. (n° 1693, coll. Guébhard).
Balanocrinus sp.

Cette couche affleure sur la route de Thorenc, au kil. 25,4.

Près d'Escragnolles, notre confrère a étudié un faciès marnogrumeleux mais non glauconieux de cet étage (*Phylloceras protortisulcatum* Pomp., *Ochet. arolicum*, *hispidum*, *Pelt. transversarium*, *Per. lucingensis*, etc.).

VII. — Rauracien

Le Rauracien est représenté par des calcaires à *Perisphinctes Tiziani* Opp., que l'on rencontre en se dirigeant de la Colle de Mons vers L'Aubarède ; ces calcaires sont jaunâtres, compacts, et on y remarque (fig. 1) une intercalation coralligène intéressante.

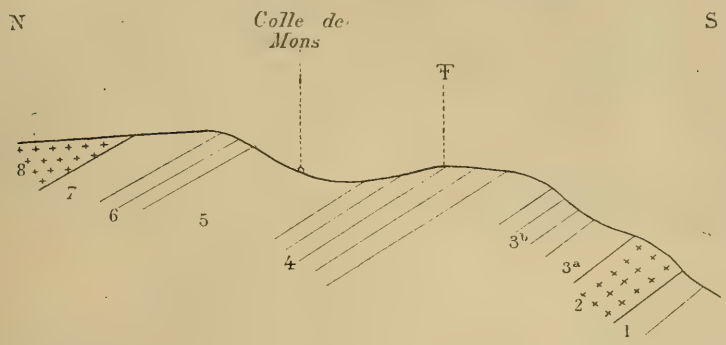
VIII. — Séquanien

L'un de nous (M. W. Kilian), a signalé en 1888 l'existence, à la Colle de Mons (1), de calcaires très fossilifères de la zone à *Am. tenuilobatus*, inférieurs aux Calcaires blancs à *Diceras*, *Itieria*,

(1) Il est juste de rappeler ici que l'existence de la zone à *Am. tenuilobatus* (avec *Am. iphicerus*, *Am. polyplocus*, *A. tortisulcatus*), a été constatée pour la première fois au-dessous des Calcaires blancs d'Escragnolles, à la Colle de Mons, par Dieulafait, MM. Vélain, Hollande et Bachelet, sur les indications d'un collecteur de fossiles bien connu, feu *Mirapel* d'Escragnolles. (Voir à ce sujet Hébert, *B. S. G. F.*, 2e série, t. XXVII, 1869).

Nérinées, *Rhabdocidaris caprimontana* (1), etc., du niveau de l'Echaillon, et riche en Ammonites.

Fig. 1. — Coupe relevée près de l'Aubarède.



1. Calc. à *Per. Tiziani.*
2. Calc. coralligène rauracien.
3-5. Séquanien (*Per. subfascicularis*, etc.
6-7. Kiméridgien.
8. Calc. blancs (portlandien).

Ces calcaires jaunâtres sublithographiques, renferment en abondance :

Simoceras favaraense Gemm.
Perisphinctes subfascicularis d'Orb., sp.
— *inconditus* Font., sp.
— *effrenatus* Font. sp.
— *polyplocoides* Font., sp.
— *lictor* Font., sp.
Perisphinctes Lothari Opp., sp.
Sutneria platynota Rein., sp.
Neumayria pseudoflexuosa Favre, sp.
Aspidoceras altenense d'Orb., sp.
— *sesquinodosum* Font.
— *longispinum* Sow. sp.
Etc.

M. Guébhard a rencontré également ce niveau fossilifère et y a recueilli un grand nombre d'espèces, parmi lesquelles des formes intéressantes, telles que :

Perisphinctes trimerus Opp., sp.
Simoceras Herbichi Neumayr.
Etc., etc.

IX. — Kiméridgien

C'est ici que doivent se placer très probablement des calcaires gris à *Terebratula insignis* Schl., des calcaires blancs récifaux à

(1) Cette dernière espèce débute dans l'Oxfordien aux environs de Mons (Coll. Guébhard).

Rhynchonella trilobata Ziet., des dolomies et des calcaires à silex, observés par M. Guébhard, situés au-dessus du niveau précédent à *Perisphinctes subfascicularis* et se terminant par des couches où notre confrère a recueilli une série d'exemplaires typiques d'*Exogyra virgula* Defr. La présence de cette dernière espèce, dont Edm. Hébert avait toujours désiré et espéré la découverte dans les Alpes-Maritimes, est très importante ; elle permet de reconnaître qu'il existe un NIVEAU INFÉRIEUR DE CALCAIRES BLANCS à *Rhynchonella trilobata*, mais que la grande masse des calcaires, celle qui renferme *Rhynchonella Astieri*, est supérieure à l'horizon de l'*Exogyra virgula*, c'est à-dire portlandienne et par conséquent l'équivalent exact du Tithonique (*sensu stricto*).

X. — Portlandien (Tithonique)

Calcaires blancs puissants, construits, parfois spathiques ou crayeux ; nous y avons recueilli, près de Mons, des *Itiera*, des *Nérinées*, des *Diceras*, des *Bivalves* et de nombreux *Polypiers*, ainsi que *Rhabdocidaris caprimontana* d'Orb.

M. Guébhard nous a communiqué de cette assise les espèces suivantes :

Itieria rugifera Zitt.
— *Cabaneti* d'Orb., sp.
Rhynchonella Astieriana d'Orb , type identique à celui des couches de Wettingen et de Wangen.
Cidaris glandifera Goldf.
Pygurus sp.

CRÉTACÉ INFÉRIEUR

XI. — Infravalanginien (Berriasien) et Valanginien ?

Il importe de signaler l'existence à Andon, de calcaires blancs coralligènes à *Natica Leviathan* passant *d'une façon insensible*, par le bas, aux calcaires blancs jurassiques et recouverts directement par l'Hauterivien.

Ces calcaires qui font suite aux calcaires blancs du Jurassique supérieur qui les supportent, s'en distinguent par une teinte légèrement jaunâtre et par leur allure moins massive. Ils correspondent probablement au Berriasien plutôt qu'au Valanginien, car une *lacune* considérable sépare encore, à St-Martin, ces calcaires blancs, de la couche à *Toxaster granosus* d'Orb. (qui représente

peut-être le Valanginien supérieur), et de l'Hauterivien à *Hopl. radiatus* ; elle est attestée par de superbes surfaces corrodées avec Lithophages.

Coupes concernant l'Hauterivien, le Barrémien et l'Albien

Les coupes suivantes permettront d'avoir une idée exacte de la composition de ces étages qui n'avait encore jamais été relevée avec autant de détails.

A. Près du ravin de Saint-Martin, un peu à l'Est d'Escragnolles, on relève le profil suivant (fig. 2 et 3) perpendiculaire à la route.

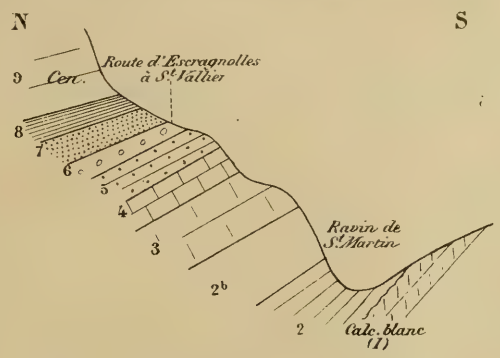


Fig. 2. — Coupe du ravin de Saint-Martin.

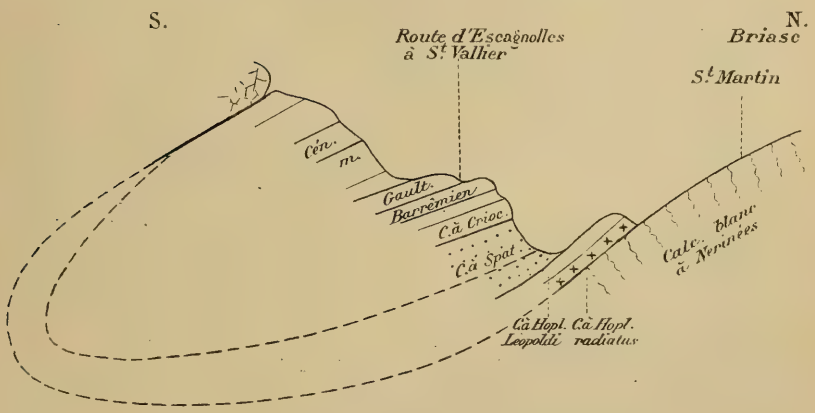


Fig. 3 — Coupe du Synclinal Clars-Saint-Martin.

Jurassique. 1. Calcaire blanc, compact, dur, à cassure esquilleuse. Nérinées.

Valanginien (?) et *Hauterivien.* 2. Calcaire marneux, bleuâtre, à Spatangues avec marnes grises (1) et glauconieuses.

(1) A la base de cette assise, *Toxaster granosus* d'Orb. est localisé en individus assez nombreux. Il est possible que ce lit à *Toxaster granosus* représente un rudiment du Valanginien à Spatangues, si bien développé à Moustiers-Sainte-Marie.

Belemnites pistilliformis d'Orb.
— *dilatatus* Duval.
Hoplites Leopoldi d'Orb., sp.
— *heliacus* d'Orb., sp.
Holcostephanus Astieri d'Orb , sp.
— *Jeannoti* d'Orb., sp.
Amm. clypeiformis d'Orb.
Schlœnbachia cultrata d'Orb., sp.
Ptychoceras sp.
Haploceras Grasi d'Orb., sp.
Nautilus neocomiensis d'Orb.
Toxaster (*Echinospatagus*), sp.
Rachiosoma paucituberculatum A. Gras, sp.

2b Banc de calcaire bicolore avec minces intercalations *glauconieuses*, riches en *Belemnites* (*Bel. Josephinae* Honn.).

3. Calcaire bicolore plus dur.
4. Calcaire blanchâtre, compact :

Belemnites sp.
Desmoceras difficile d'Orb., sp.
Heteroceras Astieri d'Orb.

5. Calcaire blanchâtre, compact, avec lits glauconieux intercalés :

Belemnites (*Duvalia*) *Grasi* Duv.
— sp.
Pulchellia sp.
Desmoceras difficile d'Orb., sp.
Desmoceras Charrieri (d'Orb.) Fallot, sp.
Holcodiscus, sp.

Gault. 6. Couche de rognons ferrugineux.
7. Sables glauconieux.
8. Marnes grises avec bancs de calcaire glauconieux, grumeleux.
Exogyra sp. (de petite taille),

Cénomanien. 9. Cénomanien à *Orbitolines* (*Patellina concava*) et *Exogyra columba*.

B. A l'Ouest d'Escragnolles, à Clars, la succession est la suivante :

Jurassique supérieur : 1° Calcaires blancs à surface altérée et rubéfiée.

Hauterivien : 2° Calcaires marneux et marnes bleuâtres, légèrement glauconieux, grumelo-sableux, riches en fossiles :

Hoplites radiatus d'Orb., sp.
Holcostephanus cf. *Astieri* d'Orb. (var. renflée).
Pholadomya elongata Münst.
Mytilus sp.
Toxaster retusus Lam. sp. (abondant).

3° Calcaires marneux gris-bleu et jaunâtres alternant avec des marnes schisteuses (6m) :

Holcostephanus Astieri d'Orb., sp.
Nautilus neocomiensis d'Orb.
Toxaster retusus Lam. (= *Echinospatagus cordiformis* Br.) (nombreux).
Toxaster gibbus d'Orb.. sp. (beaux exemplaires).

4° Calcaires marneux et marnes, alternant et formant un ensemble rubané (12m). à cassure bleuâtre ; vers le bas quelques lits glauconieux avec *Bel. pistilliformis* d'Orb., *Hoplites Leopoldinus* d'Orb. sp.

5° Calaires bicolores et marnes schisteuses (5m) :

Desmoceras sp.
Crioceras Duvali Lév.
Holcostephanus Astieri d'Orb., sp.
Bel pistilliformis d'Orb.
Terebratula.

Barrêmien : 6° Calcaires blanchâtres compacts (15m) :

Crioceras Emerici d'Orb.
Nautilus Requienianus Pict.
Belemnites sp.

7° Couches glauconieuses et calcaires piquetés de glauconie (0,80^{cm}).

Belemnites cf. *platyurus* Rasp.
Pictetia sp.
Lytoceras Phestus Math., sp.
Phylloceras Tethys d'Orb. sp.
Pulchellia Didayi d'Orb., sp.
Holcodiscus Perezi d'Orb., sp.
Nautilus sp.
Terebratula Moutoni d'Orb.

8° Calcaires blancs jaunâtres, marneux, tachetés d'oxyde de fer (1^{m}50) :

Desmoceras ligatum d'Orb., sp.

La surface de ce calcaire est profondément altérée, recouverte d'une platine verte et ravinée.

Albien : 9° Sables verdâtres et calcaires glauconieux à fossiles du Gault et rognons de phosphates noirs (4^{m}) :

Hoplites interruptus Sow. sp.
Acanthoceras Lyelli d'Orb. sp.
Inoceramus concentricus Schl.

10° Marnes grumeleuses et glauconieuses à *Belemnites minimus* (3^{m}).

11° Cénomanien.

Une coupe analogue peut être relevée à Andon. Le contact du Barrêmien glauconieux (*Desmoceras Charrieri*) avec le Gault également glauconieux et phosphaté est très visible sur la route d'Andon aux Gorges du Loup, où ces dernières assises renferment :

Bel. semicanaliculatus Bl.
Desm. latidorsatum d'Orb., sp.
Desm. Beudanti d'Orb., sp.
Hop. interruptus Sow.
Natica Gaultina d'Orb.
Inoceramus concentricus Schl.
Rhynchonella sp.
Terebratula Dutemplei d'Orb.

Une autre coupe non moins intéressante existe près de Canaux, sur la route de Saint-Vallier à Thorenc.

XII. — Hauterivien

Nos recherches de détails et les coupes précédentes montrent :

a) Que l'Hauterivien a été précédé par une émersion des calcaires blancs [— le Valanginien est absent ou rudimentaire (Couche à *Tox. granosus*)].

b) Que l'Hauterivien se compose : — I, d'une partie inférieure marno-glauconieuse offrant le faciès à *Spatangues* (*Toxaster retusus* Lam., *T. gibbus* d'Orb., sp.), avec *Hoplites radiatus*, *H. Leenhardti* Kil. (= *Am. neocomiensis* Pict.), *Hopl. Leopoldi*, *H. castellanensis* (très commun), *H. paucinodus* N. et U., *Schloenbachia cultrata*, etc., *Duvalia dilatata*, etc., et : — II, d'une partie supérieure marno-calcaire à *Crioceras Duvali* et faune analogue à celle de l'Hauterivien de la Drôme (*Crioceras Duvali*, *Desmoceras*, etc.).

Cette superposition des deux faciès est intéressante.

XIII. — Barrêmien

Le Barrêmien d'Escragnolles, que sa nature glauconieuse a

souvent fait confondre avec le Gault dans les collections, se présente sous la forme de calcaires blanchâtres compacts, avec intercalations de bancs glauconieux. Sa faune est riche (v. p. précéd.), on y remarque :

Crioceras Emerici d'Orb.
Desm. Charrieri (d'Orb.) Fall. sp.
— *difficile* d'Orb., sp.
Pulchellia Didayi d'Orb., sp.
Holcodiscus Caillaudi d'Orb., sp.
— *Perezi* d'Orb., sp.

Il convient aussi de remarquer que l'épaisseur de cet étage si puissant dans le Nord-Ouest des Basses-Alpes, est réduite ici à quelques mètres.

L'Aptien fait ici complètement défaut, comme dans toute la zone méridionale des Basses-Alpes. Il ne s'est probablement jamais déposé dans cette région côtière et c'est le Gault qui ravine directement les calcaires barrêmiens.

XIV. — Albien

Le Gault comprend une partie inférieure sableuse et glauconieuse bien connue dans la localité de Clars à l'Ouest d'Escragnolles et dont de nombreuses listes de fossiles ont été publiées (1). Au sommet de l'étage se trouvent des marnes noires qui ont été décrites par Hébert, et dans lesquelles nous avons recueilli *Bel. minimus*, etc.

XV. — Cénomanien

Il est inutile d'insister ici sur la composition de cet étage qui présente à Escragnolles son faciès à *Exogyra columba* et à *Patellina concava*; nous renvoyons à l'excellente description qui en a été donnée jadis, par Hébert, dans le Bulletin de la Société géologique de France.

XVI. — Crétacé supérieur

Les couches supérieures du Cénomanien peuvent seulement être observées, dans la région d'Escragnolles, au centre du synclinal d'Andon et dans le vallon du Fil.

C'est surtout dans la première de ces localités que la coupe est nette, les couches y étant beaucoup moins tourmentées que dans le vallon du Fil.

On voit graduellement, en s'élevant dans le Cénomanien, le

(1) Des circonstances indépendantes de notre volonté nous ont empêché de terminer à temps l'énumération *complète* des espèces albiennes d'Escragnolles que nous comptions insérer ici. — Nous remettons cette publication à plus tard, espérant que d'ici là, de nouvelles récoltes viendront encore ajouter de nouvelles espèces à la faune déjà si riche du Gault de Clars. — W. K.

facies marneux s'atténuer et on arrive à des calcaires gréseux, gris clair, en bancs minces et irréguliers, avec quelques délits de marnes verdâtres. Ces couches contiennent vers leur base des *Gastropodes* et en particulier *Turitella Uchauxiana*, elles sont identiques à celles que l'on trouve à la même place et avec les mêmes fossiles au Bourguet (Var) (1) ; la zone supérieure ne contient plus de fossiles.

Dans la légende de la feuille de Castellane, ces couches ont été considérées comme représentant le Turonien et aussi le Sénonien et ont été représentées par le symbole c^{8-6} ; au Bourguet, en particulier, la présence des couches détritiques et ligniteuses du vallon de Brenon, avec *Ostrea acutirostris* et *Exogyra Matheroni*, paraît bien justifier cette attribution. Il faut bien reconnaître cependant que l'absence de fossiles ne peut permettre d'une façon hypothétique cette classification, et qu'il est possible que le Sénonien soit seulement représenté par le dépôt à *Ostrea acutirostris*. Dans ces conditions, les couches de la région d'Escragnolles pourraient peut être ne représenter que tout ou partie du Turonien.

Leur épaisseur ne peut être bien déterminée à cause des dislocations ; elle dépasse certainement 50^m.

XVII. — Tertiaire

Nous réservons pour plus tard la description des dépôts tertiaires qui se rencontrent en *petits lambeaux* au S. d'Escragnolles (Casteou d'Infer) et dont notre confrère le docteur Guébhard, s'est spécialement occupé ; mais nous tenons à faire connaître d'ores et déjà, que parmi les matériaux recueillis par lui, se trouve un fragment roulé de calcaire siliceux lacustre contenant des *Limnées* et un exemplaire très reconnaissable de *Planorbis pseudoammonius* Schl. (2). Ce fragment remanié a été rencontré dans les *poudingues* de la *base du Tertiaire*, à Mons ; cela démontre qu'une bonne partie des assises éocènes de cette région est postérieure à l'Eocène moyen (3).

C'est là, on le voit, une conclusion importante.

(1) Voir Bulletin des Services de la Carte géologique de France et des Topographies Souterraines, n° 18.

(2) Un moulage de cette pièce a été fait au Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Grenoble. — Il a été déterminé avec soin et comparé aux types de Bouxwiller (Alsace) et du Bassin de Paris. — Depuis lors, M. Guébhard nous a communiqué de jolis échantillons de cette espèce, provenant de Sainte-Pétronille.
W. K.

(3) Nous ne parlons ici que des environs de Mons et ces conclusions ne s'appliquent pas aux couches à Grandes Nummulites des environs de Saint-Vallier, ni aux conglomérats qui les accompagnent.

***

Essayons maintenant de résumer ce que nous apprend l'analyse stratigraphique à laquelle nous venons de nous livrer :

Oxfordien :	Niveau calcaréo-marneux avec banc dolomitique ou glauconieux.
Séquanien :	Calcaires à *Oppelia tenuilobata* de la Colle de Mons. Facies vaseux.
Kiméridgien : Portlandien : Infravalanginien :	Calcaires blancs, facies *récifal.*
Valanginien :	Absent ou rudiment. Traces d'érosions (lithophages).
Hauterivien :	Calc. glauconieux à *Spatangues* et *Hopl. radiatus.* Facies sublittoral. Calc. à *Crioceras Duvali.* Facies vaseux.
Barrêmien :	Glauconie à *Céphalopodes.* Facies sublittoral (charriage)
Aptien :	Absent.
Gault :	Glauconie à *Céphalopodes.* Facies de charriage.
Cénomanien :	Facies à *Ostracées* (*Ex. columba*) et *Orbitolines ;* sublittoral.

Ce tableau fait ressortir avec évidence les variations de régime auxquelles a été soumise, pendant la fin de la période jurassique et une grande partie des temps crétacés, la région qui nous occupe, Cette particularité ne peut être due qu'au voisinage d'une côte le long de laquelle les moindres oscillations du niveau des mers se traduisaient par de fréquents déplacements de la zone littorale et même par des émersions partielles (Valanginien, Aptien) lorsqu'un abaissement momentané du niveau des eaux faisait reculer les rivages vers le Nord.

Les époques séquanienne et hauterivienne supérieure (Calc. à *Crioceras Duvali*) ont dû correspondre au contraire à des incursions marines restreignant le domaine continental et reportant vers le Sud la ligne du rivage.

Il est intéressant également de signaler la fréquence des *niveaux glauconieux* dans toute la zone qui comprend une partie du Var, le

Sud des Basses-Alpes et les Alpes-Maritimes. Les recherches récentes sur la lithologie du fond des mers, ont montré d'une façon certaine que la glauconie et le phosphate de chaux sont des produits *terrigènes* ne prenant naissance qu'à une certaine distance de la côte et lorsque certaines conditions sont réalisées. Il est très curieux de voir, depuis l'Oxfordien, se répéter jusqu'à l'époque albienne, les intercalations glauconieuses dans la série sédimentaire des Alpes-Maritimes méridionales. Ces niveaux représentent autant d'*auréoles terrigènes*, attestant, — au même titre que les lacunes, la réduction des assises et les faunes littorales, — la permanence d'une terre émergée au Sud de notre région.

Ces observations, tendant donc à démontrer l'existence, pendant la période secondaire, d'une terre (Hyerische de M. Suess) située à l'emplacement actuel des Maures et de l'Esterel, ne font, du reste, que confirmer une hypothèse déjà ancienne et basée sur des faits nombreux et démonstratifs.

Remarquons aussi qu'une ligne passant par Hyères, Solliès, Méounes, Saint-Zacharie, Trets, Saint-Maximin, Rians, Aups, Grasse, Nice, laisse, ainsi que l'a montré M. Collot, tous les gisements néocomiens de Provence à l'Ouest ou au Nord et entoure un massif qui n'a vraisemblablement jamais été recouvert par ces dépôts (Maures et Esterel). Le long de cette ligne, le faciès littoral à Lamellibranches et Spatangues, est particulièrement accentué, mais il est rare qu'il affecte simultanément plusieurs assises dans une même localité. On voit quelquefois, comme aux environs de Gréoulx et en quelques points du Sud des Basses-Alpes, tandis que le Berriasien conserve encore son faciès vaseux, le Valanginien et l'Hauterivien revêtir déjà leur faciès littoral, alors que le Barrêmien présente encore son type vaseux à Céphalopodes ; mais généralement ce dernier accuse, lui aussi, nettement, par sa nature glauconieuse, l'influence plus ou moins directe du continent.

SUR LE NÉOCOMIEN

DES

ENVIRONS DE MOUSTIERS S^TE^-MARIE (BASSES-ALPES)

par MM. **W. KILIAN** et **F. LEENHARDT**.

La pittoresque petite ville de Moustiers Ste-Marie (1), dans les Basses-Alpes, bien déchue depuis que ses habitants ont renoncé à la céramique, est située au pied d'une abrupte falaise calcaire. Les rochers qui dominent la ville et qui font un effet si grandiose lorsqu'on les contemple du chemin qui conduit à la chapelle, appartiennent au *Jurassique supérieur* et représentent le faciès récifal du *Tithonique* ; ils sont bordés en contrebas, sur le chemin de La Palud, par un ensemble puissant de marnes rouges et jaunes et de conglomérats à cailloux impressionnés associées à des sables jaunâtres, dans lesquels l'un de nous a signalé en 1888, la présence de bancs lacustres à *Planorbis Mantelli* du *Miocène supérieur* (2).

Ces dépôts *miocènes* sont fortement redressés et même renversés en plusieurs points, le long de la falaise *Jurassique* (3). Cette dernière est donc le résultat de mouvements orogéniques postérieurs à l'étage *Pontien,* c'est-à-dire *postmiocènes.*

Le *Jurassique supérieur* présente dans les environs plusieurs niveaux fossilifères. La collection de la Faculté des sciences de

(1) W. Kilian. Desc. géol. de la Montagne de Lure, p. 329, 1888. — Collot. Sur la géologie des environs de Moustiers Ste-Marie (Bull. Soc. Géol., 3e série, t. XIX, p. 553). 1891. — W. Kilian. Remarques à propos d'un mémoire de M. Collot (Bull. Soc. Géol., 10 avril 1892).

(2) Les calcaires lacustres de Moustiers renferment toute une faune lacustre et terrestre d'une conservation remarquable. Il serait à désirer qu'elle soit étudiée monographiquement. Outre *Planorbis Mantelli* Dunk., nous y avons recueilli *Helix* (*Tachea*) *moguntina* Desh. possédant encore les bandes colorées du test. — M. Honorat-Bastide possède une jolie série d'espèces de ce gisement et M. Zürcher a découvert plus au Sud, à Aiguines (Var), des affleurements très fossilifères des mêmes couches. W. K.

(3) Il en est ici comme près de Digne, où M. Haug a récemment observé des faits analogues qui l'ont fait revenir de sa première opinion (thèse, p. 183), tendant à considérer le bassin tertiaire de Digne comme un *bassin d'affaissement.*

Grenoble, renferme un exemplaire de *Peltoceras bimammatum*, var. *berrensis* Favre, des environs de Moustiers, ce qui dénoterait l'existence d'affleurements *rauraciens*.

Le *Séquanien* est très développé et fossilifère à Saint-Maurin (*Perisphinctes Lothari* Opp., sp.). De l'autre côté du Verdon, il offre de belles stations fossilifères au plan de Canjuers, où M. Zürcher a rencontré une série d'espèces d'*Ammonites* (parmi lesquelles dominent : *Neumayria Frotho* Opp., sp., *Perisphinctes subfascicularis* d'Orb., sp., *Per. effrenatus* Font., *Per. hypselocyclus* Font., *Per. Lothari* Opp., sp., *Per. polyplocoides* Font., *Per. inconditus* Font., *Per. lictor* Font.), que nous avons eues en communication.

Ces calcaires sont surmontés par la grande masse des « Calcaires blancs » (1) récifaux ; on peut les étudier d'une façon particulièrement facile sur la route de La Palud de Moustiers.

Le *Défilé du Verdon*, vers La Palud, donne une coupe excellente : d'abord, à son entrée, la série des couches tertiaires, puis, celle du *Jurassique supérieur* qu'entame la route. Les calcaires du Malm sont verticaux. On trouve successivement :

1° Calcaires bien lités blancs, légèrement coralligènes avec quelques délits marneux d'un gris verdâtre.

Pecten sp. *Exogyra* sp.

2° Calcaires blancs moins régulièrement stratifiés, massifs, à cassure esquilleuse et à filonnets de *calcite;* certains bancs sont entièrement formés de *Polypiers*. Sections de *Diceras*.

3° La route s'engage alors dans une gorge étroite qui correspond à un anticlinal; près de la chapelle Saint-Maurin, au voisinage de laquelle une très pittoresque cascade dépose des tufs calcaires, d'un aspect très décoratif, on voit apparaître sous les calcaires blancs des assises bien litées en bancs minces, légèrement marneux et grisâtres. Nous y avons trouvé :

Aptychus latus Park.
Cancellophycus.
Perisphinctes subfascicularis d'Orb. sp.
Belemnites, sp.

Ces assises représentent le *Séquanien* (zone à *Ammonites tenuilobatus*) et les calcaires blancs qui les recouvrent correspondent par conséquent aux étages *Kiméridgien* et *Portlandien* (*Tithonique*).

(1) La collection de la Faculté de Grenoble possède un bel exemplaire de *Haploceras subelimatum* Font. provenant des calcaires cristallins saccharoïdes de Moustiers.

Revenons à Moustiers et dirigeons-nous vers l'Est, où nous rencontrerons au-dessus des calcaires jurassiques, les assises *néocomiennes* qui font l'objet de ce travail.

En montant à la chapelle, on voit encore affleurer des calcaires jurassiques, blancs, massifs, à stratification confuse, saccharoïdes, coralligènes, parfois oolithiques, renfermant des radioles d'Echinides, *Rhynch. subsimilis* Suess et *Ter. moravica* (jeune). Puis on voit ces assises tourmentées, brouillées, avec de belles surfaces de glissement, accompagnées de superbes brèches de frottement dans le voisinage desquelles les couches sont gondolées et froissées. En continuant, on trouve sous ces assises, des calcaires en plaquettes remplis de petites Rhynchonelles (jeunes individus de *Rh. Astieriana* d'Orb.), de *Glossothyris* et de *Zeilleria magadiformis* Zjn.

Près de Courchon, le calcaire coralligène supporte de superbes *brèches et conglomérats*, formées sur une épaisseur de plus de dix mètres de calcaire avec grains d'hydroxyde de fer et rattachés à l'Oligocène par M. Zürcher, puis viennent les diverses assises du Crétacé inférieur.

A partir des ruines de Tourre, entre Venascle et Issarpaye, il est possible d'en relever une excellente coupe ; on y voit, de bas en haut, la succession suivante :

Jurassique

1° Calcaires jurassiques bien lités.

Infravalanginien (Berriasien)

2° Bancs de 50 à 60 cent. de calcaires compacts, légèrement marneux, jaunâtres à taches bleues, avec délits schisteux de 10 à 15 cent., fossiles très rares (Total, 20 mètres).

Semipecten (*Hinnites*) *occitanicus* Pict. — *Pecten Euthymi* Pict. sp. (= *Lima Liourii* Em. Dumas).

Valanginien

3° Calcaires marneux grisâtres, compacts à fucoïdes, blanchâtres avec taches rosées ; se délitant, à la base, en plaquettes obliques à la stratification. Taches bleues à l'intérieur des bancs.

Lits de schistes marneux gris clair (l'un d'eux atteint de trois à quatre mètres).

Holcostephanus Astieri d'Orb., sp.
— *Jeannoti* d'Orb., sp.
Hoplites, sp.
Plicatula, sp.

Dans le quart supérieur, banc à petits *Brachiopodes*.
(Total 30 à 40 mètres).

4° Calcaires plus marneux, sortes de marnes durcies, jaunâtres à taches bleues à l'intérieur des bancs, avec assises inégalement espacées de marnes jaunâtres, plus épaisses que les bancs calcaires ; vers le milieu, bancs à petits *Pecten* lisses.

Hoplites Desori Pict., sp. (type).
— *regalis* Bean. sp. (in Pavlow).
— *psilostomus* Neum. et Uhl.
Holcostephanus Atherstoni Sh., sp. (= *multiplicatus* N. et U., *non* Rœmer).
Pholadomya elongata Munst.
Panopaea.
Terebratula acuta Qu. (*prælonga* Sow).
Toxaster cf. *granosus* d'Orb. (1).
Disaster anasteroides Desor.

(1) Nous avons soumis à notre confrère, M. Jules Lambert, les nombreux exemplaires de cette forme *tout à fait caractéristique* du Valanginien à « Spatangues » des environs de Moustiers, de La Palud, etc. Voici ce que nous écrit à leur sujet et à propos d'autres Echinides du même niveau, notre éminent échinologiste :

Toxaster granosus d'Orbigny (*S. Echinospatagus*). Les échantillons ainsi déterminés ne sont pas typiques ; l'espèce de d'Orbigny est caractérisée par sa forme allongée, les pores de son ambulacre impair très inégaux, son sillon antérieur très atténué et la présence de deux séries de tubercules dans l'ambulacre impair. Aucun des échantillons communiqués ne présente exactement ces caractères. Seul un petit échantillon de Moustiers paraît avoir son ambulacre impair tuberculeux ; les autres auraient dû en être séparés ; si cette séparation n'a pas été faite, c'est que la plupart sont identiques à des individus par moi recueillis dans le Valanginien de Bellaigues (Vaud) et rapportés par de Loriol et Cotteau au *Toxaster granosus*.

Quoi qu'il en soit, il importe de noter que ce *Toxaster granosus* de Moustiers-Sainte-Marie, de Castellane et en général des Alpes françaises, n'est pas le vrai *T. granosus* dont le type est du Valanginien de Sainte-Marie (Vaud), et il serait sans doute préférable de lui imposer un nom nouveau.

Voisine du *T. granosus*, cette espèce serait caractérisée par sa forme plus courte, plus renflée, avec sillon antérieur plus atténué, son ambulacre impair à pores faiblement inégaux et dépourvu de tubercules dans la zone interporifère. Elle diffère du *T. retusus* par son sillon antérieur moins profond, sa forme générale moins déclive en avant, son apex plus central, les pores de son ambulacre impair moins inégaux. Cette espèce a été plusieurs fois confondue avec le *Toxaster Ricordeaui* dont elle rappelle la forme générale, mais auquel il est impossible de la rattacher, puisqu'elle n'appartient pas à la même section des *Toxaster*, le *T. Ricordeaui* étant, pour de Loriol, un *Miotoxaster*.

Collyrites nov. sp., du Néocomien de la Palud-de-Moustiers. Espèce ovale, arrondie en avant, rétrécie et acuminée en arrière, uniformément renflée en dessus, rétrécie et plate en dessous ; péristome central ; périprocte inframarginal ; test paraissant épais, garni de tubercules épars, assez saillants ; ambulacres indistincts. Cet échantillon, sans trace de sillon antérieur, est trop mal conservé pour établir

5° Gros bancs (50cm) de calcaires grumeleux, jaunâtres, séparés par des épaisseurs variables (50-80cm) de marnes jaunâtres très fossilifères :

Holcostephanus psilostomus N. et U.
Holcostephanus perinflatus Math.sp.
— *Mittreanus* (d'Orb.) Math. sp.
Holcodiscus incertus d'Orb., sp.
Pholadomya elongata Munst.
— *valanginiensis* P. et C.
Panopæa neocomiensis Ag.
Cyprina sp.
Hinnites, sp.
Mytilus.
Trigonia caudata Ag.
Pinna Robinaldina d'Orb.
Exogyra Couloni Defr., sp. (jeune).
Vola (*Janira*) *atava* Roem., sp.
Anatina Astieri d'Orb
Lavignon rhomboidalis Leym., sp.
Terebratula prælonga Sow.
Zeilleria tamarindus d'Orb., sp.
Toxaster gibbus d'Orb.
— *granosus* d'Orb.
Disaster subelongatus (1) d'Orb.

Bancs de *Trigonia caudata* Ag.

6° Marnes à *Toxaster* (*Echinospatagus*) et *Trigonia caudata ; Hoplites castellanensis* d'Orb., sp.

une espèce nouvelle ; voisin du *D. hemisphoericus* A. Gras, il en diffère par sa forme acuminée en arrière.

Toxaster spec. (1). Forme générale du *T. Ricordeaui*, avec zones porifères paires légèrement déprimées ; ambulacre impair à pores inégaux : les internes elliptiques, les externes allongés et devenant tous arrondis, séparés par un granule au voisinage de l'apex. Cette espèce me paraît identique à la forme suisse décrite dans l'Echinologie helvétique sous le nom d'*Echinospatagus Ricordeanus* et figurée pl. XXVIII, fig. 5. Il suffit de jeter les yeux sur la fig. 5*c* pour reconnaître combien l'espèce du Néocomien et du Valanginien de Sainte-Croix diffère réellement du *Toxaster Ricordeaui* des argiles à *Ostrea Leymeriei* de l'Yonne. En effet, la forme suisse ne rentre évidemment pas, comme sa congénère de l'Yonne, dans la section *Miotoxaster*. Ce *Toxaster* ayant déjà été figuré, on peut lui donner un nom nouveau et je propose celui de **T. Lorioli**.

Toxaster spec. (2). Espèce d'assez forte taille, voisine du *T. granosus*, mais sans tubercules ambulacraires et sans sillon antérieur ; ambulacres à fleur du test avec pores ressemblant à ceux du *T. gibbus*. Néocomien inférieur de Venascle.

Toxaster spec. (3). Autre forme du même gisement, mais mal conservée et douteuse, rappelant un peu le *T. granosus*, mais avec ambulacres pairs assez nettement déprimés.

Toxaster spec. (4). Espèce voisine du *T. subcylindricus* A. Gras (*s. Holaster*), mais plus renflée, plus aplatie vers l'apex, moins déclive en avant ; à ambulacre impair, plus étroit. Les ambulacres pairs légèrement déprimés comme ceux du *T. Ricordeaui*, ne portent qu'un rang de tubercules dans la zone *interporifère*. De Moustiers.

(1) *Disaster subelongatus* d'Orbigny (*s. Collyrites*). Le terme générique est le plus souvent orthographié *Dysaster*, ce qui est une erreur. En effet, le genre *Disaster*, de δις-ασθηρ, a été créé par Agassiz en 1836. C'est quatre ans plus tard, dans le Catalogue systém., qu'Agassiz a imaginé de changer le terme générique en *Dysaster* (de δυ [mal] ασθηρ). Or, il est de principe que l'auteur n'a, pas plus qu'une autre personne, le droit de modifier un genre établi. (Note de M. J. Lambert).

7° Calcaires durs, grenus, renfermant des silex et de petites Huîtres et formant des dalles sonores :

Exogyra Minos Coq., sp. (= *Boussingaulti* d'Orb., sp.).
Terebratula Carteroni d'Orb., sp.

8° Calcaires bleuâtres avec *Echinospatagus* :

Nautilus Malbosi d'Orb.
Hoplites oxygonius Neum. et Uhl.
— *Desori* Pict., sp.
— *regalis* (Bean) Pavl.
Pholadomya elongata Munst.
Exogyra Couloni Defr., sp.
Hemicidaris, sp.
Toxaster cf. *retusus* Lam.

9° Série de calcaires marneux avec un gros banc légèrement *glauconieux* :

Belemnites. formes plates, ? voisines de *Belemnites dilatatus* Rasp.
Holcostephanus Carteroni d'Orb., sp. (?).
Hoplites amblygonius Neum. et Uhl. (adulte).
Hoplites paucinodus N. et U.
— *longinodus* N. et U.
Nautilus sp.
Exogyra Couloni Defr., sp. (à Orbicules siliceuses).

Hauterivien

10° Marnes bleuâtres renfermant de gros exemplaires de *Nautilus neocomiensis* d'Orb. et *pseudoelegans* d'Orb.

11° Calcaires marneux :

Belemnites cf. *Grasi* Duv.
— *jaculum* Ph.
Hoplites radiatus Brug., sp.
— *Leopoldinus* d'Orb., sp.
— n. sp., voisin de *H. crioceroides* Torc. et que nous figurons sous le nom de *Hoplites monasteriensis* Kil.
Aptychus Didayi Coq.
Crioceras Seeleyi N. et Uhl.
Holcostephanus Jeannoti d'Orb. sp.
Amaltheus (?) *clypeiformis* d'Orb. sp.
Nautilus neocomiensis d'Orb.

12° Marnes avec :

Belemnites (*Duvalia*) *Emerici* Rasp.
— sp.
Hoplites regalis (Bean) Pavl.
Holcostephanus Astieri d'Orb., sp.
Holcostephanus utriculus Math., sp.
Bivalves divers.
Rhabdocidaris Kiliani (1) Cott.

(1) Cette espèce se retrouve en abondance dans le *Valanginien inférieur* à *Spatangues* de Malleval (Isère). Elle a été décrite et figurée par Cotteau (Echin. nouv. ou peu connus, 1890) d'après un échantillon recueilli par l'un de nous à Issarpaye, celui même que nous citons ici.

12bis Banc de calcaires gréseux, avec échantillons siliceux d'*Exogyra Couloni* Defr., *Toxaster* cf. *neocomiensis* sp. indét. (commun).

13° Calcaires légèrement esquilleux vers le haut, plus marneux et coupés de lits de marnes gris-bleu vers le bas :

Aptychus Seranonis Coq. sp.
Belemnites (*Duvalia*) *dilatatus* Bl.
— *pistilliformis* Blainv.
— *jaculum* Ph. (= *subfusiformis* d'Orb. (= *pistilliformis* p. parte).
— *Josephinae* Honn.
Crioceras cf. *Emerici* Lév.
— *Duvali* Lév.
— *Sablieri* Ast. sp.
Hoplites heliacus d'Orb., sp.
— cf. *amblygonius* N. et Uhl.
— *oxygonius* N. et Uhl.
— **salevensis** Kilian. (= *Am. cryptoceras* de Loriol. — Salève Pl. II, fig. 3, *non* d'Orb.).
— **Frantzi** Kilian. (= *Hopl. Ottmeri* N. et Uhl. *partim*, Pl XXXV, fig. 1), espèce à figurer à nouveau. Très commune ici.
Hoplites cryptoceras (1) d'Orb., sp. (typique).
Hoplites regalis (Bean) Pavl. (Ravin d'Allaves).
Desmoceras Julianyi Honnorat, sp.
Pachydiscus Neumayri Haug.
Desmoceras quinquesulcatum Math. sp.
— cf. *fugax* (Coq.) Math. sp.
Haploceras Grasi d'Orb., sp.
Holcodiscus intermedius d'Orb., sp. (type et variétés).
— *pachysoma* (2) Math., sp.
Amaltheus (?) *clypeiformis* d'Orb., sp.
Holcostephanus Jeannoti d'Orb., sp.
— **Sayni** Kilian (= *H. Astieri* d'Orb., var. à côtes fines).
Terebratula Moutoni d'Orb.
Trigonia caudata Ag.
Lima cf. *longa* Rœm.
Toxaster retusus Lamk.
Disaster subelongatus d'Orb.

14° Calcaires bicolores, marneux, double alternance de gros et de petits bancs avec délits épais de marno-calcaires gris-bleu :

Desmoceras ligatum d'Orb., sp.
Holcodiscus incertus d'Orb., sp.

15° Gros banc de calcaires gris-bleu avec quelques délits schisteux, gris-clair, près de Venascle.

Hoplites Uhligi Weerth.
Crioceras Duvali Lév.

Cette assise rappelle absolument l'*Hauterivien* supérieur de la Montagne de Lure.

(1) Le véritable *Hopl. cryptoceras*, conforme à la figure donnée par d'Orbigny, est une espèce extrêmement rare en France.

(2) Espèce voisine de *Holc. druentiacus* Kilian. — M. Matheron la figure du Barrémien ; ici elle est nettement hauterivienne.

Barrêmien

16° Calcaires marneux assez durs, gris-clair, avec de petites taches rousses, et marnes gris-clair.

Crioceras Emerici d'Orb.
Crioceras Duvali d'Orb.
Pulchellia, sp.
Ancyloceras.
Aspidoceras (*Acanthoceras*?) cf. *Percevali* Uhl.
Céphalopodes déroulés, variés.
Desmoceras Charrieri (d'Orb.) Fallot, sp.
Toxaster (*Echinospatagus*) cf. *Collenoi* Sism.

Cette assise prend une coloration plus grise vers le haut.

17° Calcaires en dalles blanchâtres, sonores, légèrement marneux avec de rares taches d'oxyde de fer, rappelant les plaquettes *barrêmiennes* du sommet de Lure.

Crioceras cf. *angulicostatum* Pict., sp.

18° Gros banc de calcaires compacts quelque peu bicolores, avec quelques intercalations marno-schisteuses ; taches grises et bleues.

Débris de *Céphalopodes* déroulés (*Heteroceras*).
Phylloceras semistriatum d'Orb., sp.
Desmoceras difficile d'Orb., sp.
— *Charrieri* (d'Orb.) Fallot, sp.
— (*Sonneratia*) très voisine de *bicurvata* Mich., sp., du Gault ; se retrouve dans le Barrêmien de la Palud, la Martre, etc.
Hoplites sp.
Silesites Seranonis d'Orb.
Holcodiscus Caillaudi d'Orb., sp.
Holcodiscus druentiacus Kil.
Pulchellia cf. *Leonhardti* Karst. sp.
Crioceras sp.
— aff. *Roemeri* N. et Uhl.
— *Thiollierei* Ast.
Toxaster (*Echinospatagus*) *Ricordeaui* Ast.
Montlivaultia, sp.

Epaisseur : 20 à 25 mètres.

18bis A la partie supérieure de cette assise, on remarque un lit de marnes *glauconieuses* à *Belemnites minaret* (10cm). Ces marnes semblent raviner le *substratum*.

19° Les calcaires deviennent blancs ; les intercalations schisteuses disparaissent ; beaucoup de *Belemnites* :

Belemnites minaret Rasp.
Nautilus cf. *varusensis* d'Orb.
Desmoceras cassida Rasp. sp.

19bis Calcaires blancs à veines spathiques :

Belemnites minaret Rasp.
Desmoceras difficile d'Orb., sp.
— *cassida* Rasp. sp.
Crioceras Koechlini Astier sp.
Pulchellia Sellei Kil.
Pecten Cottaldi d'Orb. (remplissant un banc).

Crioceras barremense Kilian (espèce du groupe des *Cr. hammatoptychum* N. et Uhl. et *Roemeri* N. et U.). Cette espèce, qu'il y aurait intérêt à décrire complètement, a été figurée sous le nom de *Cr.* ind. aff. *Roemeri* par M. Uhlig (Gardenazza, Pl. IV, fig. 3). Elle existe également à Blieux.

Ces bancs affleurent dans le voisinage du lieu dit Nauvin.

En résumé, la succession observée à Moustiers-Sainte-Marie est la suivante :

1. — A) *Séquanien* à *Perisphinctes Lothari* et *subfascicularis* (zone à *Oppelia tenuilobata*) des environs de Saint-Maurin et du Plan de Canjuers.

B) Calcaires blancs (*Portlandien-Tithonique*), coralligènes, massifs à *Radioles d'Oursins, Polypiers, Térébratules, Diceras* (Faciès récifal).

2. — Calcaires bien stratifiés.

3. — Calcaires de Berrias (Faciès vaseux).

4. — Couches marneuses à *Spatangues* avec *Toxaster* cf. *granosus* d'Orb., *Pholadomya elongata* et *Céphalopodes valanginiens* (*Hopl. Desori, regalis, oxygonius; Holcost. psilostomus Atherstoni, Astieri, Mittreanus*, etc.).

5. — Marno-calcaires à *Hoplites radiatus* avec *glauconie* et *Spatangues* (*Toxaster retusus* Lam.).

6. — Calcaires marneux à *Crioceras Duvali* (Faciès vaseux).

7. — Calcaires *barrêmiens* avec quelques intercalations glauconieuses.

Cette série est d'autant plus intéressante qu'elle diffère notablement, par l'épaisseur plus grande qu'y possède le *Barrêmien,* de la succession observable un peu plus au Sud, à La Palud de Moustiers où cet étage, beaucoup plus glauconieux, est réduit à un ou deux mètres. Dans notre coupe, il rappelle encore le développement qu'il a dans la Montagne de Lure.

Mais ce qui rend particulièrement importantes les constatations que nous venons de faire, c'est l'existence d'un niveau à Spatangues caractérisé par *Toxaster* cf. *granosus* d'Orb. et inférieur à l'Haute-

rivien, comme le montrent sa position stratigraphique et sa faune de Céphalopodes.

Cet horizon est bien constant ; on le retrouve au Sud de Venascle où on relève la succession suivante :

I. — Calcaires marneux jaunâtres à bancs assez durs, grenus, d'une teinte brunâtre :

Nautilus neocomiensis d'Orb.
Holcostephanus psilostomus N. et Uhl. (typique)
Holcostephanus Atherstoni Sharpe sp. (var. à côtes fines).
Hoplites hystrix (Phil.) N. et Uhl.
— *Desori* Pict. et C. sp.
Pholadomya elongata Münst.
Exogyra (*Ostrea*) *Couloni* Defr., sp.
Panopaea neocomiensis d'Orb.
Terebratula Carteroni d'Orb.
Nombreux *Toxaster* cf. *granosus* d'Orb.
Toxaster spec. (1).

(1) M. Lambert a découvert parmi les Echinides recueillis par nous à Moustiers Sainte-Marie et qu'il a bien voulu déterminer, un échantillon particulièrement curieux de *Toxaster neocomiensis*, dont voici la diagnose, due à la plume de notre savant confrère :

Toxaster cf. *neocomiensis* d'Orbigny (*S. Echinospatagus*) du Néocomien du Moustiers ; forme intéressante se rapprochant plus du *T. neocomiensis* que des autres espèces, mais non identique aux types et aux échantillons du bassin de Paris.

Espèce subconique, à ambulacre impair composé de pores nombreux, serrés, très inégaux ; ambulacres pairs à pores subégaux dans chaque branche avec les internes seulement un peu moins allongés que les externes.

Un des échantillons communiqués présente une anomalie très intéressante dans la disposition des plaques apicales. Cette disposition présenterait une importance phylogénique extrêmement curieuse s'il provient des couches inférieures du Valanginien, car il serait alors permis d'y voir un de ces types de transition si difficile à saisir parmi les fossiles et qui relierait plus étroitement que je n'ai pu le faire sur le plastron des Spatangides, *Disaster* à *Toxaster*, un Cassidulide à un Spatangide.

Fig. 1. — Apex grossi 6 fois d'un *Toxaster* cf. *neocomiensis* du Néocomien de Moustiers (Basses-Alpes).

L'apex de cet échantillon (figure 1) est semi-compact : les quatre plaques génitales sont bien en contact entre elles, mais, du côté gauche, 3 est séparée de 4 par l'ocellaire IV. Cette disposition, déjà connue chez *Toxaster africanus* Coquand et chez mon *Lampadaster Gauthieri*, avait été aussi signalée par moi comme accidentelle chez *Toxaster granosus*. Mais ce qui est tout à fait particulier à l'individu de Moustiers, c'est l'écartement des ambulacres postérieurs qui tendent pour ainsi dire à se séparer du centre apical. La plaque I n'est plus en contact que par un de ses petits

II. — Niveau marneux ; marno-calcaires bleuâtres avec :

Belemnites pistilliformis Blainv.
— *Josephinae* Honn.
— *binervius* Rasp.
— *hybridus* Duval.
Ptychoceras sp.
Hoplites cf. *Thurmanni* P. et Camp.
Hoplites angulicostatus (d'Orb.) Pict. sp.
— sp.
Crioceras Duvali Lév.
Holcodiscus intermedius d'Orb. sp.

III. — Marno-calcaires hauteriviens à *Echinides* et *Bivalves* très nombreux.

Toxaster (*Echinospatagus*) *retusus* Lamk.

Ainsi, nous rencontrons ici encore (n° I) des assises à *Spatangues* et à faune de *Bivalves* semblables à celles qui existent généralement dans l'*Hauterivien* (n° III), mais pour lesquels les *Céphalopodes* nous indiquent un niveau nettement *Valanginien*.

La même particularité se présente à Boulogne près de La Palud-de-Moustiers.

Remarquons également qu'ici le *Valanginien* et l'*Hauterivien* présentent, avec le faciès sublittoral à *Oursins*, *Huîtres*, *Brachiopodes*, un certain nombre d'*Ammonites* qui font défaut ou sont très rares dans le type vaseux à *Céphalopodes* de ces étages, tel qu'il existe à Montclus, à la Charce, etc. Ces formes sont pour la plupart des espèces *jurassiennes* ou des formes du *Hils* de l'Allemagne du Nord. Il est très intéressant de remarquer qu'ici, comme partout, *l'abondance de ces formes coïncide avec la rareté et même la disparition complète des* Lytoceras *et des* Phylloceras.

Nous citerons par exemple :

Crioceras Seeleyi N. et Uhl.
Hoplites hystrix (Phill.) N. et U.
— *Thurmanni* Pict. et C., sp.
— *Desori* Pict., sp.
— *regalis* (Bean.) Pavl.
— *oxygonius* Neum. et Uhl.
— *amblygonius* Neum. et Uhl.
— *heliacus* d'Orb., sp.
— *paucinodus* N. et U.
Hoplites longinodus N. et U.
— *cryptoceras* d'Orb., sp.
— *salevensis* Kil.
— *Frantzi* Kil.
— *castellanensis* d'Orb., sp.
— *radiatus* Br., sp.
— *Leopoldi* d'Orb., sp.
— *Uhligi* Werth.

côtés avec la génitale 4 qui semble s'avancer à sa rencontre, enfin l'ocellaire V touche seulement à son inséparable voisine l'ocellaire I et reste sans aucune relation directe avec les génitales. L'apex de cet échantillon présente donc des analogies indiscutables avec celui de certains *Metaporhinus*.

Amaltheus (?) *clypeiformis* d'Orb.
Holcostephanus psilostomus N. et U.
— *Atherstoni* Sharpe, sp. (= *multiplicatus* N. et Uhl.)
Holcostephanus utriculus Math., sp.
— *Carteroni* d'Orb., sp.

Le cachet tout spécial de cette faune est accentué encore par la présence de formes intéressantes telles que *Desm. Julianyi* Honn., *Desmoceras pachysoma* Math. sp., qui semblent particulièrement abondantes ici.

M. Honnorat a réuni du gisement de Châteauneuf-les-Moustiers (1), une grande quantité d'espèces nouvelles ou curieuses. Nous espérons pouvoir nous procurer, par des explorations réitérées, des séries aussi complètes que celles du géologue de Digne et donner alors une suite à cette étude préliminaire, en faisant connaître avec plus de détails paléontologiques, le Crétacé inférieur de cette contrée.

(1) Notamment une série d'*Holcostephanus* (*H. multiplicatus*, *H. psilostomus*, *H.* cf. *Boussingaulti* d'Orb., sp., etc.).

NOTE

SUR LES

ENVIRONS DE CHABRIÈRES

par M. **Ph. ZÜRCHER.**

(Pl. XXI).

Avant-Propos. — I. Description générale. — II. Description de détail des anticlinaux : Pli du chemin de Beynes. Pli de Font-Dinant. Pli du chemin de Creisset. Pli de la Valbonette. Pli du pont du Couinier. — III. Etude des relations des plis : Disposition des plis en plan. Fusion et bifurcation des plis. Courbure des plis. Communauté de direction de certains groupes de plis. Indépendance du pli des Dourbes. — IV. Résumé.

AVANT-PROPOS

Chabrières est une localité depuis longtemps connue et visitée, non seulement par les géologues que les gisements fossilifères voisins y ont attirés, mais aussi par les admirateurs de la Nature qui sont venus fréquemment contempler la belle clue que franchit la route de Digne à Barrême, et qui est une sorte de portail formant transition entre la vallée inférieure de l'Asse, creusée d'une façon relativement régulière dans les poudingues pontiques, et son cours supérieur qui s'est difficilement frayé un passage au milieu des couches bouleversées que traverse la rivière.

Outre leur intérêt paléontologique et pittoresque, les environs de Chabrières offrent encore un sujet d'étude des plus attrayants au point de vue des accidents tectoniques. C'est sur ces accidents que nous allons attirer spécialement l'attention.

I. DESCRIPTION GÉNÉRALE

Chabrières, pour en résumer tout de suite les particularités de structure, est un véritable « rendez-vous » de plis. On peut y observer en effet, en partant de l'emplacement même du hameau, la continuation du Trias qui en constitue le sol et de l'Infralias voisin sous forme d'affleurements qui s'étendent dans plusieurs

directions et marquent ainsi les parties centrales d'autant d'anticlinaux.

Le plus important de ces affleurements est celui qui s'étend vers le S.-O., occupe la dépression dans laquelle passe le chemin de Beynes et comprend une grande masse de muschelkalk qui forme l'extrémité nord de la côte du signal de Beynes.

Une deuxième pointe de Trias s'avance presque directement au Sud et longe le vallon qui reçoit les eaux venant du col de Font-Dinant, à l'Est du signal de Beynes. Cette bande triasique s'arrête d'ailleurs au bout d'un kilomètre environ et l'anticlinal qu'elle jalonne se continue par une ligne de discontinuité.

On suit une troisième ligne d'opposition du Trias en gravissant le sentier qui s'élève en nombreux lacets pour parvenir ensuite à Creisset et qui s'éloigne peu de la dépression occupée par les marnes irisées et les gypses du Trias, dissimulés de temps en temps par l'Infralias.

Si, enfin, on s'avance vers le N.-E. en partant de Chabrières on vient aboutir au pied d'une grande falaise de Lias qui forme le soubassement de la chaîne des Dourbes, et l'on peut constater aisément que le pied de cette falaise est formé par l'Infralias avec fréquentes apparitions de Trias.

Ces quatre plis sont en continuité avec le Trias de Chabrières même, deux autres viennent aboutir tout près.

En se plaçant à un kilomètre environ à partir de Chabrières sur la route de Barrême, on peut voir sur la rive opposée de l'Asse un ravin abrupt, creusé entre deux crêtes du Jurassique supérieur, redressé verticalement. Au fond de ce ravin affleurent d'une façon très visible, même de la route, les couches marneuses de l'Infralias qui forment là une boutonnière au milieu des marnes du Bathonien et de l'Oxfordien. C'est encore là un anticlinal bien voisin de ceux dont il vient d'être parlé.

Enfin, si l'on fait encore quelques centaines de mètres jusqu'au Couinier, on rencontre un sixième anticlinal bien marqué par les affleurements de Trias et d'Infralias qu'on peut observer sur le sentier qui monte à Creisset, et qui s'étendent ensuite, en se bifurquant, à travers une série de ravins où il serait difficile de les suivre pied à pied, jusqu'au hameau de Champagnel, au-dessus de Norante.

Tous ces plis présentent les traces d'étirements plus ou moins intenses qui rendent spécialement intéressante l'étude de leurs coupes, que nous allons décrire successivement pour chaque pli.

II. DESCRIPTIONS DE DÉTAIL DES ANTICLINAUX

Pli du chemin de Beynes

A ce pli appartient d'abord la coupe donnée par la clue de Chabrières, très régulière du Tertiaire au Bathonien, puis troublée par un accident qui supprime le Lias et ne laisse, entre les calcaires marneux à *Amm. triportitus* et le Trias surmonté d'un peu d'Infralias, qu'un affleurement irrégulier de calcaire brun, cristallin, sans doute métamorphisé par les dislocations et ne contenant que fort peu de fossiles. La fixation du niveau de ce calcaire a présenté par suite quelques difficultés, mais il semble maintenant certain qu'il peut être rapporté au Bajocien, étant donné que les fossiles qui en ont été extraits, bien que peu déterminables, sont tous rapportables à des espèces bajociennes, et que ces indications concordent ainsi avec les éléments fournis par son gisement. M. Kilian a rencontré en effet dans ce calcaire un oursin très incomplet, qui, rapporté tout d'abord à *Stomechinus perlatus*, paraît pouvoir avec autant de raison être déterminé comme *St. bigranularis*. D'autre part, ces calcaires ont fait l'objet d'une mention dans le compte-rendu de la course de Digne à Barrême, faite par la Société géologique en 1872, et une note (1) indique que M. Garnier y a rencontré quelques échantillons de *Lima heteromorpha*. Nous y avons également recueilli une *Lima* pouvant être rapportée à cette espèce.

La retombée opposée au flanc qui vient d'être décrit apparaît d'une façon irrégulière : d'abord, sur la rive droite de l'Asse, sous forme d'une bande d'Infralias et de Lias, considérablement étirés, laquelle est à peu près parallèle à la chaîne de la clue, et se relie visiblement, de l'autre côté du cours d'eau, à une bande analogue appartenant à un autre pli.

En avançant vers le Sud-Ouest pour suivre le pli, on voit bientôt apparaître de nouveau puis se développer des couches appartenant au flanc S.-E. du pli. Ces transformations sont représentées sur les coupes de la Pl. XXI.

Le pli se bifurque, une branche d'importance majeure se dirige au Sud en se déversant fortement vers l'Ouest, avec disparition du flanc médian, le flanc normal supérieur étant formé par le massif du signal de Beynes et son important soubassement triasique. L'autre branche, beaucoup moins intense, se présente sous forme

(1) *B. S. G. F.*, 2e série, t. XXIX, p. 669.

d'un anticlinal presque symétrique dont le flanc N.-O. est en continuité avec la partie homologue du pli primitif, et dont l'axe, successivement formé de Jurassique supérieur, de Crétacé et de Tertiaire, s'infléchit peu à peu vers le Sud pour arriver à constituer un accident dans le substratum du recouvrement émané du pli du signal de Beynes.

Pli de Font-Dinant

Les poudingues tertiaires (1), relevés verticalement, que l'on rencontre sur la rive gauche du ravin qui se dirige du Sud au Nord pour aboutir au moulin de St-Pierre, sont supportés régulièrement vers l'Ouest par du Barrêmien et du Néocomien s'appuyant sur le Jurassique supérieur du signal de Beynes. Du côté de l'Est le flanc dn synclinal est bien moins complet, et le Tertiaire butte contre le Trias, sauf en un point où l'on observe une petite lentille du Cénomanien.

De l'autre côté de ce Trias, qui constitue ainsi un axe anticlinal, les lacunes sont presque aussi grandes, car c'est le Jurassique supérieur qui se montre immédiatement au contact des marnes irisées.

L'anticlinal qui se dessine ainsi près de Chabrières n'est pas longtemps jalonné par une zone triasique ; en remontant vers le col de Font-Dinant on voit le Jurassique venir au contact du Tertiaire, et la ligne de discontinuité ainsi créée se prolonge sur une notable longueur vers le Sud dans les mêmes conditions.

Pli du chemin de Creisset

La masse disloquée du Jurassique supérieur qui forme le flanc oriental du pli précédent constitue un nouveau synclinal qui, comme le synclinal tertiaire et crétacé situé un peu à l'Ouest et dont il a été parlé plus haut, se termine en pointe par suite d'une nouvelle pénétration du Trias vers le Sud, laquelle marque derechef la présence d'un anticlinal qui cause une dépression topographique dont s'éloigne peu le chemin de Chabrières à Creisset. Le flanc ouest de cet anticlinal est très incomplet par suite d'étirements intenses ; cependant, tandis qu'à l'origine le Trias est en contact

(1) Ces poudingues ont été considérés, sur la carte, comme aquitaniens, par suite de leur aspect identique à ceux de la « Mollasse rouge ». D'après les observations nouvelles de M. Depéret, il est probable que cette attribution devrait être modifiée, et que cette « Mollasse rouge », ainsi que les couches de même nature que l'on rencontre au Sud vers Majastres, devrait être regardée comme miocène et de même âge que celle des environs de Châteauredon.

avec le Jurassique supérieur, plus loin il s'intercale une épaisseur souvent notable de Jurassique marneux. Le flanc est, au départ des bords de l'Asse, est presque complet ; les couches, toutefois fort amincies, de l'Infralias et du Lias, du Jurassique marneux et supérieur, ainsi que du Néocomien, forment une série assez complète. Plus loin, vers Creisset, l'Infralias est en contact avec le Jurassique marneux qui forme là le terme le plus élevé de la série.

Pli de la Valbonette

Ce pli est constitué par une boutonnière d'Infralias, montrant bien le mouvement anticlinal, entourée de marnes jurassiques qui vont buter à l'Ouest contre le Néocomien du flanc est du pli du chemin de Creisset et qui supportent normalement, à l'Est, du Jurassique supérieur relevé verticalement, qui forme une barre traversant l'Asse comme la barre analogue appartenant au pli précédent.

Pli du pont du Couinier

Quand, après avoir traversé l'Asse sur un ancien et pittoresque petit pont, on gravit les lacets du chemin conduisant du Couinier à Creisset, qui se développe sur le versant boisé appuyé à la grande barre du Jurassique supérieur faisant partie du flanc oriental du pli précédent, on rencontre sur ce parcours les affleurements les plus divers. Au bord même de l'Asse la culée rive gauche du pont s'appuie sur les bancs redressés du Lias inférieur, gisement anciennement connu ; à peu de distance au-dessus c'est du Néocomien qui montre des calcaires marneux en couches également presque verticales ; plus haut encore les cargneules du Keuper et les marnes rougeâtres qui les accompagnent occupent une grande surface, et on les voit former vers le S.-E. une bande qui se dirige parallèlement à l'Asse, et qu'on peut recouper en pénétrant dans les profonds ravins qui aboutissent à ce cours d'eau.

L'origine de cette topographie géologique si anormale est le fait que l'anticlinal dont l'axe est marqué par la bande de Trias, dont il est question ci-dessus, vient de se coller, avec un léger surplomb, contre le Néocomien dépendant du flanc est du pli de la Valbonette ; une surface de discontinuité très irrégulière a été la conséquence de ce contact, et l'intersection de cette surface et de celle du sol présente ainsi la disposition figurée sur la carte et qui montre un affleurement ovale de Néocomien, presque entièrement entouré de Trias et d'Infralias, se rattachant à peine à la bande néocomienne dont les couches verticales sont juxtaposées en

concordance au Jurassique supérieur formant la crête et qui appartient, comme on l'a dit, au flanc Est du pli de la Valbonette.

Pli des Dourbes

Il nous reste à parler de la zone triasique et infraliasique qui passe au pied de la falaise de Lias qui domine Chabrières, et même aussi la chaîne de la Clue. Cette zone est le noyau d'un anticlinal fortement déversé vers le S.-O. dont le flanc médian est supprimé, dont le flanc inférieur est constitué par la masse si disloquée dont on vient d'étudier les plissements, et dont enfin le flanc normal supérieur est formé par la série des terrains qui s'étagent au-dessus du noyau anticlinal et dont la régularité que rien ne trouble jusqu'à la chaîne des Dourbes et au Tertiaire de la vallée de Tartonne, contraste si remarquablement avec les complications des régions voisines.

Le ravin du Couinier donne une bonne coupe de ce flanc normal supérieur. Plus loin, vers Novante, le pli se redresse en s'atténuant, après réapparition du flanc médian (voir compte-rendu de la course du 23 septembre) et cette disposition est ainsi une preuve absolument sûre de la structure du pli des Dourbes.

III. ÉTUDE DES RELATIONS DES PLIS

Disposition des plis en plan

La disposition en plan des plis dont on vient de lire les descriptions individuelles est représentée sur la planche XXI.

En commençant par l'Ouest, on voit d'abord le pli du chemin de Beynes, orienté en premier lieu O.S.O.-E.N.E., se bifurquant en deux branches, dont l'une subit une incurvation très marquée pour prendre la direction du Sud et venir alors disparaître, sans doute s'enfoncer sous la masse déversée dépendant de la seconde branche, laquelle, par une courbe moins accentuée que la première, se dirige aussi graduellement vers le Sud.

Le pli de Font-Dinant se détache de la souche commune, puis prend très rapidement la direction S. 10° E. environ.

Une disposition analogue, mais plus accentuée, amène le pli du chemin de Creisset à suivre, après avoir pris également origine à la souche commune et subi ensuite une rotation de 90° à peu près, la direction S.-S.-E.

Le pli de la Valbonette, à son départ de l'Asse, est orienté à peu près S.O.-N.E., direction suivant laquelle les deux barres du Jurassique supérieur qui sont sur ses flancs traversent la rivière. Un infléchissement rapide lui donne la direction du Sud, puis il se range, en tournant encore à l'Est, à peu près parallèlement au pli du chemin de Creisset, c'est-à-dire suivant l'orientation N.N.O.-S.S.E.

Le pli du pont du Couinier suit une courbe à peu près parallèle à celle décrite par le pli précédent.

Enfin le pli des Dourbes, aux environs de Chabrières, se montre bien régulièrement dirigé de N. 40° O. au S. 40° E.

Les conséquences théoriques générales qui peuvent résulter des faits qui viennent d'être décrits auront place dans une note spéciale. Dans la présente description qui ne sort pas des limites de constatation qui découlent de l'étude du terrain, nous n'attirerons l'attention que sur un certain nombre de points qui sont des *faits d'observation d'ensemble*, et qui découlent des *faits d'observation de détail* que l'on vient de passer en revue.

Fusion et bifurcation des plis

Un premier phénomène remarquable est la continuité que présentent les plis de Font-Dinant et du chemin de Creisset avec le pli du chemin de Beynes. Il est facile de constater sur le terrain que ce ne sont pas seulement les axes triasiques et infraliasiques de ces plis qui viennent aboutir à l'axe analogue du pli qui semble constituer ainsi une sorte de tronc commun. Il y a véritable raccordement par un pli à axe curviligne qui forme trait d'union entre les deux plis de direction différente. En particulier pour le pli du chemin de Creisset, ce raccordement se voit de la façon la plus nette dans l'allure des couches infraliasiques et liasiques qui appartiennent successivement au flanc Est du pli du chemin de Creisset, puis, après avoir traversé l'Asse, au flanc du pli du chemin de Beynes opposé à celui auquel appartient le Jurassique de la clue de Chabrières.

Tout à fait analogue est la double continuité du pli du chemin de Beynes avec le pli couché du signal de Beynes et le pli qui continue vers l'E.-S.-E. jusqu'à Beynes même (et que nous appellerons pli de Beynes). Ces deux plis ont pour flanc occidental commun la chaîne de la clue.

Courbure des plis

Les plis de la Valbonette et du pont du Couinier décrivent des courbes très accentuées aux environs des points où ils traversent l'Asse. Il est facile de s'en rendre compte d'après la courbure des couches résistantes qui les constituent partiellement.

Communauté de direction de certains groupes de plis

Il suffit d'un coup d'œil jeté sur le plan schématique représentant les axes des plis pour voir qu'il existe une communauté de direction bien nette entre le pli de chemin de Beynes et les portions du pli de la Valbonette et du pli du pont du Couinier situés au voisinage de l'Asse.

D'autre part, des rapports de même nature existent entre les parties des plis du chemin de Beynes, de Font-Dinant et du chemin de Creisset les plus éloignées de Chabrières, et on retrouve encore une orientation très rapprochée de celle de ces trois plis dans les portions des plis de la Valbonette et du pont du Couinier, situées sur la rive gauche de l'Asse. Tous ces plis sont également à peu près parallèles au pli des Dourbes.

Indépendance du pli des Dourbes

Mais si le pli des Dourbes est à peu près parallèle à plusieurs anticlinaux de la région au Sud de Chabrières, on peut constater sans difficulté que contrairement à ce qu'on a vu plus haut au sujet des raccordements existant entre les autres plis, il n'y a aucune union entre les éléments du pli des Dourbes et ceux du même niveau des plis voisins. Le Jurassique supérieur de la chaîne de la Clue semble s'enfoncer sous l'Infralias qui le domine. Les barres verticales de calcaires tithoniques qui font partie du pli du chemin du Creisset et du pli de la Valbonette, elles aussi, paraissent venir pénétrer le flanc de la vallée, mais elles sont surmontées de pentes formées par des marnes jurassiques, bathoniennes ou oxfordiennes, au-dessus desquelles se poursuit la bande triasique et infraliasique du noyau anticlinal du pli des Dourbes. Ces pentes paraissent appartenir au flanc médian de ce pli comme les couches analogues qui, à Novante, occupent la même position et jouent là certainement le rôle des couches du flanc renversé.

IV. RÉSUMÉ

On peut donc résumer ainsi les faits observés dans l'ensemble des plis qui entourent Chabrières :

Les directions de ces plis paraissent pouvoir être classées en deux groupes, auxquels il est possible de rattacher les principaux éléments pseudo-rectilignes de leurs tracés.

Entre ces éléments pseudo-rectilignes existent des plis de raccordement à courbure relativement accentuée.

Fait exception toutefois à cette dernière règle le pli des Dourbes, dont aucune partie ne se relie aux plis voisins.

M. **de Rouville** demande quelques explications au sujet du mot de Tithonique, qu'il entend souvent prononcer.

MM. **Haug** et **Kilian** répondent que, dans son sens restreint et le plus précis, ce terme doit être appliqué à des assises de faciès méditerranéen, correspondant exactement au Portlandien du Nord.

L'ordre du jour étant épuisé, le Président lève la séance en rappelant que la Société doit partir à une heure de l'après-midi pour Saint-André-de-Méouilles.

Il déclare close la session extraordinaire.

Liste bibliographique des publications relatives à la région de Castellane.

1830. — Gueymard. *Sur la Géologie et la Minéralogie du département des Hautes-Alpes* (B. S. G., 1re série, T. I).

1834. — Pareto. *Observations sur le département des Basses-Alpes* (B. S. G. F., 1re série, T. IV, p. 185).

1834. — Bertrand-Geslin. *Masses gypseuses de Digne* (B. S. G., 1re série, T. IV, p. 357).

1835. — Léveillé. *Description de quelques coquilles fossiles du département des Basses-Alpes* (Mém. S. G., 1re série, T. II, p. 313).

1839. — Ewald et Beyrich. *Note sur le terrain Crétacé du S.-E. de la France* (B. S. G. F., 1re série, T. X, p. 222).

1840. — Scipion-Gras. *Statistique minéralogique du département des Basses-Alpes* (Grenoble).

1840. — Coquand. *Sur les terrains néocomiens de la Provence* (B. S. G., 1re série, T. XI, p. 401).

1840. — Gueymard. *Mémoire sur les terrains altérés magnésiens et dolomitiques des départements de l'Isère, des Hautes et Basses-Alpes* (B. S. G., 1re série, T. XI, p. 432).

1841. — Duval-Jouve. *Bélemnites des terrains crétacés inférieurs des environs de Castellane (B. A.) avec la description de ces terrains.*

1841. — Coquand. Aptychus *du Néocomien des Basses-Alpes* (B. S. G., 1re série, T. XII, p. 376).

1842. — Coquand, Matheron et Renaud. *Compte rendu de la Réunion de la Société géologique à Aix* (B. S. G., 1re série, T. XIII, p. 412).

1843. — D'Orbigny. *Notes sur les traces de remaniements au sein des couches du Gault ou terrain altice de France et de Savoie* (B. S. G. F., 1re série, T. XIV, p. 537).

1844. — Sc. Gras. *Essai sur la constitution géologique des Alpes centrales de la France et de la Savoie* (B. S. G. F., 2e série, T. I., p. 690).

1847. — V. Thiollière. *Note sur les terrains jurassiques de la partie méridionale du bassin du Rhône* (B. S. G., 2e série, T. V, p. 31).

1848. — Sc. Gras. *Sur les anciens lits de déjection des torrents des Alpes et sur leur liaison avec le phénomène erratique* (Annales des Mines, 4e série. T. XIV).

1848-1851. — d'Archiac. *Histoire des progrès de la Géologie* (T. IV, p. 499; T. VI, p. 568).

1849-52. — D'Orbigny. *Cours élémentaire de Paléontologie et de Géologie stratigraphique.*

1851. — Astier. *Catalogue descriptif des* Ancyloceras *du Néocomien d'Escragnolles et des Basses-Alpes.*

1850-52. — A. D'Orbigny. *Prodrome de Paléontologie stratigraphique.*

1852. — Lory. *Note sur les terrains du Dévoluy* (B. S. G., 2e série, T. X, p. 20).

1852. — Rozet. *Coupes géologiques des Hautes-Alpes* (B. S. G., 2e série, T. IX, p. 165).

1854. — Renevier et Hébert. *Description des fossiles du terrain nummulitique supérieur.* (B. S. G. F., 2e série, T. XI, p. 589).

1854. — Lory. *Sur les terrains crétacés de la Charce et de quelques autres points de la Drôme* (B. S. G., 2e série, T. XI, p. 755).

1855. — Rozet. *Mémoire geologique sur les Alpes françaises* (B. S. G., 2e série, T. XII, p. 204).

1855. — Jaubert. *Description d'une espèce nouvelle d'*Ancyloceras *de l'étage néocomien de Castellane.* — (Lyon).

1856. — H. de Villeneuve-Flayosc. *Description minéralogique et géologique du Var et des autres parties de la Provence.*

1857. — Lory. *Esquisse d'une Carte géologique du Dauphiné* (B. S. G., 2e série, T. XV, p. 10).

1859. — Lory. *Note sur une Carte géologique du Dauphiné* (B. S. G., 2e série, T. XVI, p. 817).

1860. — Doublier. *Note sur la géologie* (Bull. de la Société d'études scientif. et archéol. Draguignan).

1861. — Ferrand. *Histoire, géographie et statistique du département des Basses-Alpes.* — (Digne).

1861. — Coquand. *Rapport entre les groupes de la Craie moyenne et de la Craie supérieure de la Provence et du Sud-Ouest de la France* (B. S. G , 2e série, T. XVIII, p. 133).

1861. — Jaubert. *Note sur la grande Oolithe de Provence* (B. S. G., 2e série, T. XVIII, p. 599).

1861. — Hébert. *Observation sur la grande Oolithe de Provence* (B. S. G., 2e série, T. XVIII, p. 611).

1861. — Reynès. *Etudes sur le synchronisme et la délimitation des terrains crétacés du S. E. de la France.* — (Paris).

1862. — Hébert. *Du terrain jurassique de la Provence : sa division en étages ; son indépendance des calcaires dolomitiques associés aux gypses* (B. S. G., 2e série, T. XIX, p. 100).

1862. — Coquand. *Sur la convenance d'établir, dans le groupe inférieur de la formation crétacée, un nouvel étage entre le Néocomien proprement dit et le Néocomien supérieur* (B. S. G., 2e série, T. XIX, p. 531).

1862. — De Mortillet. *Terrains du versant italien des Alpes comparés à ceux du versant français* (B. S. G., 2e série, T. XIX, p. 849).

1863. — Coquand. *Du terrain jurassique de la Provence, et surtout des étages supérieurs de ce terrain* (B. S. G., 2e série, T. XX, p. 553).

1866. — Dieulafait. *L'Infralias dans le Midi de la France* (B. S. G., 2e serie, T. XXIII, p. 309).

1866. — Lory. *Sur le gisement de la* Ter. diphya *dans les Calcaires de la Porte de France aux environs de Grenoble et Chambéry* (B. S. G., 2e série, T. XXIII, p. 516).

1866. — Hébert. *Sur les Calcaires à* Ter. diphya (B. S. G., 2e série, T. XXIII, p. 521).

1867. — Hébert. *Deuxième note sur les Calcaires à* Ter. diphya *de la Porte de France* (B. S. G., 2e série, T. XXIV, p. 389).

1867. — De Mortillet. *Gisements des Térébratules trouées* (B. S. G., 2e série, T. XXIV, p. 395).

1867. — Dieulafait. *Troisième note sur la zone à* Avicula contorta, *dans le S.-E. de la France* (B. S. G., 2e série, T. XXIV, p. 601).

1868. — Ebray. *Couches à* Ter. diphya *de la Porte de France* (B. S. G., 2e série. T. XXV, p. 346).

1868. — Dieulafait. *Quatrième note sur la zone à* Avicula contorta *dans le S.-E de la France* (B. S. G., 2e série, T. XXV, p. 616).

1868. — Chaper. *Sur le travail de M. Pictet intitulé : Etude paléontol. des fossiles de la Porte de France, d'Aizy et de Lémenc* (B. S. G., 2e série, T. XXV, p. 692 et p. 811).

1868. — Hébert. *Note sur le même sujet que M. Chaper* (B. S. G., 2e série, T. XXV, p. 824).

1869. — Dieulafait. *Matériaux pour servir à la description scientifique de la Provence. Trias.* — (Paris, Savy).

1869. — Coquand. *Sur les assises qui, dans les Bouches-du-Rhône, sont placées entre l'Oxfordien supérieur et l'étage valanginien* (B. S. G., 2e série, T. XXVI, p. 100).

1869. — Hébert. *Sur les couches comprises, dans le Midi de la France, entre le Néocomien marneux à* Bel. dilatatus *et les Calcaires oxfordiens* (B. S. G., 2e série, T. XXVI, p. 181).

1869. — Hébert. *Classification des assises néocomiennes* (B. S. G., 2e série, T. XXVI, p. 214).

1869. — Hébert. *Sur les couches inférieures de l'Infralias du Midi de la France* (B. S. G., 2e série, T. XXVI, p. 447).

1869. — Hébert. *Sur l'âge des couches comprises dans la désignation d'étage tithonique* (B. S. G., 2e série, T. XXVI, p. 588).

1869. — Chaper. *Observation sur la communication précédente de M. Hébert* (B. S. G., 2e série, T. XXVI, p. 668).

1869. — J. Marcou. *Note sur l'origine du Tithonique* (B. S. G., 2e série, T. XXVI, p. 669).

1869. — Hébert. *Réponse à MM. Chaper et Marcou à propos de la discussion sur l'âge des Calcaires à* Ter. diphya *de la Porte de France* (B. S. G., 2e série, T. XXVI, p. 671).

1870. — Coquand. *Nouvelles considérations sur les Calcaires jurassiques à* Diceras *du Midi de la France* (B. S. G., 1re série, T. XXVII, p. 73).

1870. — Hébert. *Examen de quelques points de Géologie méridionale. — II. Brèche d'Aizy. — IV. Contact des terrains jurassiques et crétacés à Chaudon (B. A.), etc.* (B. S. G., 2e série, T. XXVII, p. 107).

1870. — Dieulafait. *Position de l'*O. Couloni *dans le Néocomien du S.-E. de la France* (B. S. G., 2e série, T. XXVII, p. 431).

1870. — Dieulafait. *Etude sur les couches comprises entre la formation jurassique moyenne et la formation crétacée dans les Alpes, de Grenoble à la Méditerranée* (B. S. G., 2e série, T. XXVII, p. 649).

1870. — Dieulafait. *Note sur les dolomies de Rougon* (B. S. G., 2e série, T. XXVII, p. 665).

1870. — Ch. Vélain. *Nouvelle étude sur la position des Calcaires à* Ter. janitor *dans les Basses-Alpes* (B. S. G., 2e série, T. XXVII. p. 673).

1870. — Dieulafait. *Etude sur la zone à* Avicula contorta *et l'Infralias dans le S. et le S.-E. de la France.*— (Paris, Masson. Ann. des Sc. Géol., T. I). (Thèse)

1871. — Hébert. *Le Néocomien inférieur dans le Midi de la France (Drôme et Basses-Alpes)* (B. S. G., 2e série, T. XXVIII, p. 137).

1872. — Ch. Vélain. *L'Oxfordien et le Néocomien dans le Midi de la France* (B. S. G., 2e série, T. XXIX, p. 129).

1872. — Hébert. *Documents relatifs au terrain crétacé du Midi de la France* (B. S. G .F., 2e série, T. XXIX, p. 393).

1872. — Réunion extraordinaire de la Société géologique a Digne (B. S.G. F., 2e série, T. XXIX, p. 597) :

Hébert. — *Discours présidentiel* (p. 601).

Dieulafait. — *Compte rendu de la Course du 8 septembre à Champorcin* (p. 606).

Garnier. — *Trias, Lias et Oolithe de Barles* (p. 617).

Garnier. — *Compte rendu de la Course du 9 septembre à Feston et Beaumont* (p. 626).

Garnier. — *Coupes de Feston aux Dourbes* (p. 641).

Garnier. — *Coupe de Chaudon* (p. 650).

Bleicher. — *Sur le passage du Jurassique au Néocomien dans le département de l'Hérault* (p 660).

Vélain. — *Compte rendu des Courses des 10, 11 et 12 septembre (Chabrières, Norante, Barrême et environs, Vallée de Senez)* (p. 668).

Dieulafait. — *Compte rendu de la Course du 13 septembre à Chasteuil* (p. 685).

de Rouville. — *Sur les dolomies oxfordiennes et les calcaires à Ter. Moravica dans l'Hérault* (p. 687).

Garnier. — *Terrains tertiaires de l'Asse, du Verdon et du Var* (p. 692).

Tournouër. — *Sur le terrain nummulitique des environs de Castellane* (p. 707).

Vélain. — *Compte rendu de la Course du 16 septembre au Cheiron et à Lauppe* (p. 719).

de Rouville. — *Sur le Néocomien du département de l'Hérault.*

Garnier. — *Sur le terrain jurassique inférieur des environs de Castellane* (p. 732).

Garnier. — *Sur les principales failles de la région de Digne et de Castellane* (p. 738).

GARNIER et VÉLAIN. — *Essai d'une carte géologique de la région des Basses-Alpes, parcourue par la Société géologique de France dans la réunion extraordinaire de 1872.* (Pl. XI).

HÉBERT. — *Notes sur la Craie des environs de Barrême* (p. 682 et 706).

1873. — TH. EBRAY. *Stratigraphie des étages qui affleurent dans la Cluse de Chabrières, près de Digne (et observation de M. Vélain)* (B. S. G., 3e série, T. I, pp. 261 et 262).

1878. — GARNIER. *Notice sur la collection d'efflorescences recueillies dans les terres noires des Hautes et Basses-Alpes. Note sur l'extension du terrain Néocomien dans le Nord du département des Basses-Alpes* (Exposition Universelle de 1878, Ministère de l'Agriculture et du Commerce, Administration des Forêts. Paris, Imp. Nationale).

1878. — POTIER. *Carte géologique détaillée. Feuille d'Antibes.* — (Ministère des Travaux publics).

1879. — TOURNOUËR. *La Mollasse miocène de Forcalquier (B. A.). Etude paléontologique* (B. S. G., 3e série, T. VII).

1880. — COLLOT. *Description géologique des environs d'Aix, en Provence.* — (Thèse).

1881. — CH. LORY. *Notice sur ses travaux scientifiques.* — (Paris, Cotillon).

1883. — DE ROUVILLE. *Quelques mots sur le Jurassique supérieur méditerranéen* (Revue des Sc. Nat. de Montpellier, 3e série, T. II).

1883. — ED. F. HONNORAT BASTIDE. *Notice sur le* Pentacrinus tuberculatus *du Sinémurien des Basses-Alpes.* — (Bull. Soc. Scient. et Litt. de Digne, 4e année).

1883. — G... *Esquisse géologique du département des Basses-Alpes* (Bull. Soc. Scient. et Litt. de Digne, 4e année).

1884. — AD. JOANNE. *Géographie du département des Basses-Alpes* (Paris, Hachette).

1884. — CH. LORY. *Sur le terrain nummulitique des Hautes et Basses-Alpes* (Bull. Soc de statistique de l'Isère, 3e série).

1884. — EMM. FALLOT. *Note sur un gisement crétacé fossilifère des environs de la gare d'Eze (Alpes-Maritimes)* (B. S. G., 3e série, T. XII, p. 289).

1884. — EMM. FALLOT. *Etude géologique sur les étages moyens et supérieurs du Crétacé dans le S.-E. de la France. — (Thèse).* (Ann. Sciences, Géol., T. XVIII).

1884. — GUIDE JOANNE. *Provence.*

1886. — CAREZ et VASSEUR. *Carte géologique de la France au* $\frac{1}{500000}$

1886. — FONTANNES. *Découverte de fossiles dans le bassin de Digne* (Ann. Soc. d'Agr. et Arts utiles de Lyon, 5e série, T. IX).

1886. — W. KILIAN. *Note préliminaire sur la structure géologique de la Montagne de Lure.* (C. R. Ac. Sc., 15 juin).

1887. — W. KILIAN. *Note géologique sur la chaîne de Lure.* — (Feuille des Jeunes Naturalistes, février 1887).

1888. — SUESS. *Das Antlitz der Erde* (T. II (passim), Vienne).

1888. — Heim et de Margerie. *Les dislocations de l'Ecorce terrestre.* — (Zurich) *(passim).*

1888. — *Carte géologique de France au* $\frac{1}{1.000.000}$, *exécutée par le Service de la Carte géologique de France* (Ministère des Travaux publics).

1888. — W. Kilian. *Description géologique de la Montagne de Lure.* — *(Thèse).* (Ann. Sc. Géol., T. XIX et XX).

1888. — W. Kilian. *Sur quelques fossiles nouveaux ou peu connus du Crétacé inférieur de Provence.* — (B. S. G., 3e série, T. XVI).

1889. — M. Bertrand. *Notice sur le panneau de la Provence et des Alpes-Maritimes à l'Exposition universelle de 1889.* — (Ministère des Travaux publics).

1889. — E. Haug. *Lias. Bajocien et Bathonien dans les chaînes subalpines entre Digne et Gap.* — (C. R. Ac. Sc.).

1889. — W. Kilian. *Nouvelles contributions à l'étude géologique des Basses-Alpes* (C. R. Ac. Sc.).

1889. — Collot. *Carte géologique détaillée. Feuille d'Aix en Provence.* — (Ministère des Travaux publics).

1890. — Jos. et Ed. F. Honnorat-Bastide. *Sur l'Oxfordien de Courbons.* — (Feuille des Jeunes Naturalistes).

1890. — L'abbé Andrieu. *L'Estoudel. Pont de Tuf.* — (Bull. de la Soc. scientif. et litt. des Basses-Alpes, 11e année, n° 39).

1890. — Bachelard. *Causes de la chaleur des eaux thermales de Digne.* (Bull. de la Soc. scientif. et litt. des Basses-Alpes, 11e année, n° 39).

1891. — E. Haug. *Les chaînes subalpines entre Gap et Digne.* — (Bull. Serv. Carte géologique de France et des Topographies souterraines, T. III, n° 21). (Thèse.)

1891. — Ph. Zürcher. *Note sur quelques points de la feuille de Castellane.* — (Bull. Serv. Carte géol. de France et des Topographies souterraines, T. II, n° 18). *(Ravin de la Jaby. — Failles des environs de Comps. — Muschelkalk. — Crétacé supérieur).*

1891. — Ph. Zürcher. *Carte géologique détaillée. Feuille de Draguignan* (Ministère des Travaux publics).

1891. — C. Diener. *Der Gebirgsbau der Westalpen.* — (Vienne).

1891. — Ed. et F. Honnorat-Bastide. *Sur des couches indécises du Lias et du Bajocien à Digne.* — (Ass. Fr. Av. Sc. C. R., 19e session).

1891. — Bachelard. *Fontaine d'eau salée rencontrée dans les Marnes aptiennes du Col de Moriez.* — (C. R. Ac. Sc. 28 novembre).

1891. — Bachelard. *Recherches de paléontologie microscopique.* — (Digne, Charpont et Cie).

1891. — Collot. *Sur la Géologie des environs de Moustiers Ste-Marie.* — (B. S. G., 3e série, T. XIX, p. 553).

1891. — W. Kilian. *Remarques à propos d'un Mémoire de M. Collot.* — (B. S. G., 10 avril 1892).

1892. — W. Kilian. *Sur les assises supérieures du Jurassique et les*

couches inférieures du Crétacé, dans la région delphino-provençale. — (Bull. Soc. de Stat. de l'Isère).

1892. — Ph. Zürcher. *Zones plissées de Salernes et d'Aups.* — (B. S. G., 3e série, T. XX, p. 1178).

1892. — W. Kilian. *Note sur la structure, etc., des chaînes alpines du Briançonnais, etc.* (B. S. G., 3e série, T. XIX), *(passim).* — (Passages relatifs aux dislocations des Dourbes; les Montagnes de Digne ne sont pas des chaînes *subalpines).*

1892. — W. Kilian. *Recouvrements aux environs de Gréoulx.* — (C. R. Ac. Sc., 5 décembre).

1893. — F. Leenhard, W. Kilian et Ch. Depéret. *Carte géologique détaillée. Feuille de Forcalquier.* — (Ministère des Travaux publics).

1893. — W. Kilian et Ph. Zürcher. *Sur les environs d'Escragnolles.* — (C. R. Séances Soc. Géol. Fr., 6 avril).

1894. — Ph. Zürcher. *Sur les lois du plissement de l'écorce terrestre.* — (C. R. Ac. Sc., 22 janvier).

1894. — Ph. Zürcher. *Note sur le mode de formation des plissements de l'écorce terrestre.* — (B. S. G., 3e série, T. XXII, p. 64).

1894. — Ph. Zürcher. *Note sur les résultats obtenus dans la campagne de 1893 sur la feuille de Castellane* (C. R. des Collab. de la Carte géol. de France. Campagne 1893).

1895. — W. Kilian. *Note sur les Alluvions fluvio-glaciaires des environs de Sisteron et le pli faille de Lure.* (Ibid. Campagne de 1894. Feuille du Buis).

1895. — L. Bertrand. *Note sur le Nord des Alpes-Maritimes* (Ibid. Campagne de 1894, Feuille de St-Martin-Vésubie et Nord de la feuille de Nice).

1895. — W. Kilian. *Sur le Miocène de Champtercier.* — (C. R. Séances de la Soc. Géol. de Fr., 6 mai 1895).

1895. — A. Guébhard. *Tectonique d'un coin difficile des Alpes-Maritimes* (avec Carte géol.). (Ass. Fr. Av. Sc. C. R. 23e session. Caen, 1894).

1895. — W. Kilian et A. Penck. *Dépôts fluvio-glaciaires de la Durance.* — (C. R. Ac. Sc., 16 juin 1895).

1895. — Ph. Zürcher. *Carte géologique détaillée. Feuille de Castellane.* — (Ministère des Travaux publics).

1895. — Ph. Zürcher. *Note sur la structure de la région de Castellane.* — (Bull. des Serv. de la Carte Géol. de France et des Topog. souterraines, T. VII, n° 48).

1895. — W. Kilian et Ph. Zürcher. *Notice sur les Régions de Lure et de Castellane.* — In-8°, 60 p.; 15 pl. et nombreuses figures. Grenoble. Allier imp. — (Publié à l'occasion de la Réunion extraordinaire de la S. G. de France).

TABLE GÉNÉRALE DES ARTICLES

CONTENUS DANS LES COMPTES-RENDUS DES SÉANCES

Pages

Elections. III

Gosselet. — Remerciements à la Société. IV

Linder. — Allocution présidentielle V

Prestwich. — Remerciements à la Société V

De Margerie. — Présentation d'un ouvrage de M. Nathorst V

Haug. — Présentation de notes. V

Ph. Glangeaud. — Le Lias et le Jurassique moyen à l'Ouest du Plateau Central V

Boistel. — Structure géologique de la lisière tertiaire du Jura aux environs d'Ambérieu (Ain). VI

Boule. — Présentation d'une note de M. Harlé. VII

Douvillé. — Observations sur la coupe des Martigues VII

Termier. — Sur un sondage pratiqué à Saint-Bonnet-de-Mure (Isère) . VIII

Munier-Chalmas. — Observations XII

Boistel. — Observations. XII

Hollande. — A propos d'une note de M. Delebecque sur l'âge du lac du Bourget, des alluvions anciennes de Chambéry et de la vallée de l'Isère XII

A. Delebecque. — Réponse à M. Kilian XVI

A. Delage et F. Mourgues. — La limburgite de Grabels, près Montpellier XIX

Michalet. — Les Echinides bathoniens des environs de Toulon. Description d'un nouveau genre *Heteropedina* XXII

A. Gaudry. — Présentation d'ouvrage XXV

J. Roussel. — Description de la formation secondaire et tertiaire d'Amélie-les-Bains XXV

Haug et Lugeon. — Sur le synclinal de Serraval et la montagne de Sulens XXVI

M. Bertrand. — Observations XXX

De Lapparent. — Observations XXX

Kilian. — Note sur la nouvelle nomenclature des terrains sédimentaires. XXX

Depéret. — Observations à propos de la note sur la nomenclature des terrains sédimentaires, par MM. Munier-Chalmas et de Lapparent XXXIII

Munier-Chalmas. — Note préliminaire sur le développement de la charnière chez les Mollusques acéphales. XXXVII

F. Bernard. — Note préliminaire sur le développement et la morphologie comparée de la charnière des Lamellibranches. XXXVII

Douvillé. — Observations XXXVIII

J. Roussel — Sur la découverte du Ligérien à Céphalopodes dans les Corbières. XXXXI

De Rouville. — Un mot sur la classification du Pliocène XXXIX
G. Dollfus. — Sur le service de la carte géologique du Danemark . . XLI
Id. Présentation d'un ouvrage de M. Cossmann. XLII
Id. Présentation d'ouvrage XLII
Linder. — Présentation d'un ouvrage de M. Gauthier. XLIII
Depéret. — Note sur les phosphorites quaternaires de la région d'Uzès. XLIII
M. Bertrand. — Observations XLIII
Munier-Chalmas. — Observations XLIII
Munier-Chalmas et de Lapparent. — Réponse à quelques observations au sujet de l'essai de nomenclature stratigraphique. XLIII
Depéret. — Observations sur le Miocène. XLVII
Boule. — Observations. XLVIII
V. Paquier. — Note sur quelques Chamidés nouveaux de l'Urgonien . XLIX
Id. Rectification LI
Linder. — Présentation d'un ouvrage de M. Gosselet. LIII
Nolan. — Note sur la structure géologique d'ensemble de l'archipel baléare. LIII
Munier-Chalmas. — Deuxième note préliminaire sur la charnière des Mollusques acéphales LIII
De Rouville. — Observations sur le Pliocène LVI
E. Fallot. — Note sur l'Aquitanien des environs de Saint-Avit (Landes). LVII
Welsch. — Note sur la présence en Algérie des équivalents des étages sarmatien et pontien. LVIII
A. Toucas. — Sur le Crétacé supérieur des Corbières, du Beausset et de l'Ariège LXI
Nicklès. — Présentation d'une carte de M. de Botella y de Hornos . . LXV
Boistel. — Présentation d'un ouvrage de MM. l'abbé Tournier et Guillon. LXV
Cossmann. — Présentation d'un ouvrage LXV
Œhlert. — Sur les *Trinucleus* de l'Ouest de la France LXVI
M. Mieg. — Sur les calcaires coralligènes d'Istein LXVII
De Rouville. — A propos de la note de M. Depéret sur les plis tertiaires de Saint-Chinian. LXVIII
De Rouville, Delage et Miquel. — A propos d'une note récente de M. Bergeron LXVIII
Vélain. — Note sur le genre *Hochstetteria* LXX
Miquel. — Présentation d'une note sur la géologie des terrains primaires du département de l'Hérault, essai de stratigraphie générale. LXXI
Lemoine. — Applications de la photographie à ses études paléontologiques dans les environs de Reims. LXXI
Ramond. — Présentation d'une carte topographique des environs de Paris. LXXII
Labat. — Présentation d'ouvrage LXXII
Bergeron. — Observations relatives aux notes de MM. de Rouville, Delage et Miquel LXXII
De Rouville. — Note sur la tectonique de l'Hérault LXXIV
De Lapparent. — Présentation d'ouvrages LXXV
De Rouville, Delage et Miquel. — Note. LXXV
Termier et P. Lory. — Sur deux roches éruptives récemment découvertes dans le massif de Chaillol (Hles-Alpes). LXXV
Haug. — Observations. LXXVIII

BOULE. — Observations LXXVIII
DE LAPPARENT.— Id. LXXIX
WELSCH. — Observations à propos du mémoire de M. Glangeaud sur le Lias et le Jurassique moyen en bordure à l'Ouest du Plateau Central LXXIX
Ph. GLANGEAUD. — Réponse aux observations de M. Welsch LXXX
KILIAN. — Sur un nouveau gisement d'Unios plissés dans l'étage pontique (Miocène supérieur) du Sud-Est LXXXI
Lettre adressée au Président de la Société par M. le Ministre de l'Instruction publique LXXXIII
A. GAUDRY. — Observations relatives à la lettre de M. le Ministre de l'Instruction publique. LXXXIV
BOULE. — Observations LXXXV
LABAT. — Présentation d'ouvrage LXXXV
FOUQUÉ. — Communication relative à l'Observatoire séismologique du Japon LXXXV
DE MARGERIE. — Présentation d'une carte pluviométrique de la Belgique. LXXXVI
MARTEL. — Présentation d'ouvrage. LXXXVI
ID. Présentation d'un ouvrage de M. Franz Kraus LXXXVII
L. DUPARC et E. RITTER. — A propos du grès de Taveyannaz LXXXVII
MUNIER-CHALMAS. — Communication préliminaire sur les tufs de la Celle-sous-Moret LXXXIX
CAYEUX. — Présentation d'une brochure de M. Klément XCI
HAUG. — Présentation d'un ouvrage de M. Bittner XCI
DE LAPPARENT. — Présentation d'ouvrage XCII
M. BERTRAND. — Sur les plis des environs de Riàns, en Provence . . XCII
MUNIER-CHALMAS. — Observations XCIV
P. LORY et V. PAQUIER. — Sur les niveaux pyriteux du Crétacé inférieur. XCIV
MUNIER-CHALMAS. — Observations XCVII
BERGERON — Sur les calcaires cambriens de la Montagne Noire . . . XCVII
TERMIER et KILIAN. — Sur quelques nouveaux gisements de roches éruptives dans les Alpes françaises XCIX
WELSCH. — Observations sur le mémoire de M. Glangeaud sur le Lias et le Jurassique moyen en bordure à l'Ouest du Plateau Central XCIX
A. FOURNIER. — Note sur le mémoire de M. Glangeaud. C
KILIAN et DUPARC. — Sur une collection de roches recueillies par M. G. Tardieu dans les alluvions modernes de la Durance. CI
E. HARLÉ. — Fouilles à l'entrée primitive de la grotte de Montsaunés (Haute-Garonne) CI
DE RIAZ. — Etudes sur les étages jurassiques moyens et supérieurs des cantons de Crémieu et de Morestel (Isère) CIII
GAUTHIER. — Présentation d'un travail fait en collaboration avec M Cotteau sur les Echinides de la Perse CVII
CAYEUX. — Présentation de notes CIX
HAUG. — Id. CIX
ID. — Présentation d'une note de M. V. Paquier CIX
ROLLAND. — Présentation d'ouvrage CIX

A. Gaudry. — Don fait au Muséum d'une collection de fossiles du colonel Durand CX
Bergeron. — Sur des Trilobites de l'Ordovicien inférieur de la Montagne Noire CX
A. Guébhard. — Présentation d'une note CXI
Id. Sur la géologie de la région de St-Vallier-de-Thiey . CXI
Haug. — Sur les hautes chaînes calcaires de la Suisse. CXI
Flot. — Sur des ossements de Cétacés fossiles CXIV
Ph. Glangeaud. — Communication en réponse aux observations de MM. Fournier et Welsch. CXV
J. Révil et H. Douxami. — Existence d'assises qui appartiennent au Pontique dans la vallée de Novalaise (Savoie) CXVI
Harlé. — Faune malacologique de la brèche d'Es-Taliens à Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées) CXVII
Stuart-Menteath. — Sur la vallée d'Ossau et la vallée d'Aspe. . . . CXVIII
Welsch. — Note sur la présence de la zone à *Ammonites opalinus* et de la zone à *A. Murchisonæ* dans le détroit poitevin. CXXI
A. Fournier. — Note sur le Banc pourri et le Bajocien en quelques points des Deux-Sèvres CXXIII
Tardy. — Sur les stations de l'Homme quaternaire dans le Jura méridional. CXXVI
Liste des membres ayant pris part à la Réunion extraordinaire dans les Basses-Alpes (Régions de Lure et de Castellane) CXXVII
De Margerie. — Allocution CXXVIII
Kilian. — Allocution présidentielle CXXIX
Id. — Présentation d'une notice sur les régions de Lure et de Castellane CXXXI
Id. — Aperçu historique sur la géologie de la Montagne de Lure. CXXXII
Collot. — Présentation d'un ouvrage de M. Zujovic CXXXII
Kilian. — Excursion à Valbelle et Noyers CXXXIII
M. Bertrand. — Sur les plissements en dômes et l'allure des plis secondaires sur le bord des grandes écailles alpines. CXXXV
Kilian. — Observations sur la note précédente. CXXXV
Zürcher. — Sur le pli de Cousson-Courbons CXXXV
Haug. — Observations sur la note précédente CXXXV
Depéret. — Oligocène du ravin de Vanson. CXXXV
Leenhardt. — Couches bréchoïdes du Berriasien CXXXVI
Haug. — Observations CXXXVI
Collot. — Id. CXXXVI
Kilian. — Id. CXXXVI
Sayn. — Id. CXXXVI
Kilian. — Id. CXXXVII
Sayn. — Faune des marnes valanginiennes à *Hoplites Roubaudi*. . . CXXXVII
V. Paquier. — Présence d'*Horiopleura* et de *Polyconites* dans l'Aptien inférieur de Catalogne CXXXVII
Id. Observations sur l'Urgonien de Châteauneuf-du-Rhône. CXXXVIII
Kilian. — Observations CXXXVIII
Id. — Présentation d'un mémoire de M. l'abbé Almera. CXXXVIII
Id. — Excursion de Banon CXXXVIII
Sayn. — Observations CXL

P. Lory. — Sur les plis anciens du Dévoluy et des régions voisines. CXL
Kilian. — Observations sur la communication précédente. CXLI
M. Bertrand. — Id. Id. CXLI
Ficheur. — Id. Id. CXLI
Kilian. — Présentation d'un mémoire intitulé : Contributions à l'étude du Crétacé inférieur dans le Sud-Est de la France. . . . CXLI
Sayn. — Observations CXLII
Renevier. — Id. CXLII
Kilian. — Réponse aux observations précédentes. CXLII
Id. — Compte-rendu de la course de Banon à Forcalquier CXLIII
Pellat. — Observations CXLIV
Collot. — Id. CXLV
Leenhardt. — Id. CXLV
Sayn. — Sur la faune d'Ammonites pyriteuses du Barrêmien de Noyers-sur-Jabron CXLV
Pellat. — Observations CXLV
Depéret. — Sur le rôle de la vallée de la Durance dans la région de Digne-Sisteron comme bassin d'affaissement aux diverses époques du Tertiaire CXLV
Haug, Kilian, Collot. — Observations CXLVI
Haug. — Présentation d'une carte géologique des environs de Digne . CXLVII
Kilian. — Observations CXLVII
Haug. — Id. CXLVII
Kilian. — Présentation au nom de M. Hovelacque et au sien de micro-photographies de calcaires alpins CXLVIII
Id. — Présentation d'Ammonites. CXLVIII
Pellat. — Observations CXLVIII
Leenhardt. — Id. CXLVIII
Zürcher. — Allocution présidentielle. CXLIX
Id. — Excursion aux environs de Barrême. CLII
Kilian. — Observations CLII
Depéret. — Id. CLII
Collot. — Néocomien au Nord de la Cluse de Chabrières CLII
Kilian. — Coupe du Néocomien et du Barrêmien dans la région de la Cluse de Chabrières. CLII
Leenhardt. — Observations sur la communication précédente CLIII
Kilian, Guébhard, P. Lory, Zürcher. — Observations CLIII
Haug. — Sur les mœurs probables des Ammonites et les conditions de leur fossilisation CLIII
Leenhardt. — Observations CLIV
Kilian. — Id. CLIV
Collot. — Id. CLIV
Zürcher. — Présentation de fossiles recueillis aux environs de Barrême par M Bonnier. CLIV
Id. — Sur la structure des environs de Chabrières. CLIV
Id. — Remerciements CLIV
Kilian. — Allocution CLV
Depéret. — Remerciements à MM. Kilian et Zürcher CLV
De Rouville. — Remerciements CLVI
Depéret. — Id. CLVI

Zürcher. — Compte-rendu de l'excursion à la Jaby CLVI
Id. — Sur la tectonique de la région de Castellane. CLVII
L. Bertrand. — Sur la tectonique de la partie N.-O. des Alpes-Maritimes. CLVIII
Kilian, L. Bertrand, Zürcher, Depéret, Haug. — Observations. . . . CLVIII
Guébhard. — Présentation d'une carte géologique des environs de Saint-Vallier-de-Thiey (Alpes-Maritimes) CLXI
Kilian et Zürcher. — Communication sur les environs d'Escragnolles . . CLXI
De Rouville, Haug, Kilian. — Observations CLXI
Leenhardt et Kilian. — Sur la stratigraphie du Néocomien à la Palud-de-Moustiers et aux environs CLXI
Kilian. — Sur la série néocomienne et le Jurassique à facies purement vaseux des environs de Vergons et de Barrême CLXI
Thévenin. — Présentation de plusieurs brochures au nom de M. Boule. CLXIII
De Lapparent. — Présentation d'un ouvrage de M. E. Chaix. CLXIV
Zeiller. — Sur la flore des gisements houillers de la Rhune et d'Ibantelly (Basses-Pyrénées), ... CLXIV
Laville. — Sur le gisement pléistocène à Corbicules de Cergy CLXV
Munier-Chalmas. — Observations CLXV
Œhlert. — Note sur une forme géante de Trilobite (*Uralichas Riberoi*). CLXV
E. Fournier. — Communication sur les phénomènes stratigraphiques observés dans le massif d'Allauch CLXV
Stuart-Menteath. — Sur la carte géologique des Pyrénées CLXVI
Boule. — Présentation d'ouvrage CLXXI
Ramond. — Présentation de plusieurs notes CLXXI
Douvillé. — Présentation d'un échantillon de *Pseudonerinea* CLXXII
Cossmann. — Observations. CLXXII
Blayac. — Extension de la zone à phosphate de chaux de l'Eocène inférieur en Algérie CLXXIII
Ph. Thomas. — Observations. CLXXIV
Peron. — Id. CLXXV
A. Fournier. — Communication en réponse aux observations de M. Glangeaud au sujet de ma rectification. CLXXVI
Raulin. — Sur la faune oligocène de Gaas (Landes) CLXXVIII
Brive. — Note sur le Pliocène du Dahra (Algérie) CLXXVIII
Depéret. — Sur les silex de la basse terrasse de la Saône, à Villefranche . CLXXIX
Boule. — Observations CLXXIX
A. Gaudry. — Id. CLXXX
Thévenin. — Présentation de notes de M. Blayac CLXXXIII
De Margerie. — Présentation d'un ouvrage de M. A. Bernard CLXXXIII
Depéret. — Présentation de notes CLXXXIII
Douvillé. — Rapport de la Commission de comptabilité CLXXXIV
Depéret. — Sur l'âge de la terrasse quaternaire de Villefranche . . . CXC
Boule. — Observations CXCII
De Lapparent. — Observation faite dans une houillère de Liège . . . CXCIII
Harlé. — Gisement d'origine des cailloux de l'Adour CXCIV
Ph. Glangeaud. — Présentation d'ouvrage CXCVII
Zeiller. — Sur la flore des gisements houillers de Rio Grande do Sul (Brésil méridional). CXCVII
Bergeron. — Sur le métamorphisme des schistes cambriens de la Montagne Noire. CXCIX

TERMIER. — Observations CC
LABAT. — Id. CC
M. BERTRAND. — Id. CCI
BOULE. — Id. CCII
TERMIER. — Sur des lambeaux de terrains cristallins, d'âge probablement tertiaire, dans les Alpes briançonnaises. CCII
M. BERTRAND. — Observations CCII
ROMAN. — Note sur l'Eogène de la région de Montpellier. CCIII
V. PAQUIER. — Remarques sur le Crétacé supérieur de l'Ouest de la Drôme CCV
P. LORY. — Observations sur la division des Alpes occidentales en zones et sur certains points de la tectonique des zones externes. CCV

FIN DE LA TABLE DES COMPTES-RENDUS DES SÉANCES

TABLE GÉNÉRALE DES NOTES ET MÉMOIRES

CONTENUS DANS LE TOME XXIII

Pages

ARCTOWSKI. — Étude de l'érosion dans le plateau ardennais 3
PH. GLANGEAUD. — Le Lias et le Jurassique moyen en bordure à l'ouest du Plateau Central 10
HARLÉ. — Restes d'Hyènes rayées dans la brèche d'Es-Taliens à Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées) 44
MICHALET. — Le Bathonien des environs de Toulon et ses Echinides. Description d'un nouveau genre *Heteropedina*. 50
NOLAN. — Structure géologique d'ensemble de l'archipel baléare. 76
ROUSSEL. — Note sur la découverte du Ligérien à Céphalopodes dans les environs de Padern (Pyrénées-Orientales) 92
MIEG. — Note sur les calcaires coralligènes d'Istein 95
F. BERNARD. — Première note sur le développement et la morphologie de la coquille chez les Lamellibranches 104
TORCAPEL. — Sur l'Urgonien de la Montagnette, près Tarascon (Bouches-du-Rhône) 155
REPELIN. — Considérations stratigraphiques sur les plissements de l'Ouarsenis. 160
GOSSELET. — Allocution présidentielle prononcée dans la séance du 18 avril. . 167
MUNIER-CHALMAS. — Rapport sur le prix Fontannes 177
TERMIER. — Éloge d'Ernest Mallard 179
BOULE. — Notice sur Jean-Baptiste Rames 192
DOUVILLÉ. — Notice nécrologique de P.-H. Fischer 203
PERON. — Notice biographique de Gustave Cotteau 231
WELSCH. — Étude sur les subdivisions du Miocène de l'Algérie 271
DE ROUVILLE. — Sur la tectonique de l'Hérault 288
ŒHLERT. — Sur les *Trinucleus* de l'Ouest de la France. 299
BERGERON. — Remarques relatives à deux notes de M. Miquel. 337
TERMIER. — Sur la structure des grès de Fontainebleau. 344
DUPARC et KILIAN. — Note sur une collection de roches des alluvions actuelles de la Durance 349
DE RIAZ. — Étude sur les étages jurassiques moyens et supérieurs des cantons de Crémieu et de Morestel (Isère). 366
KILIAN et TERMIER. — Sur quelques roches éruptives des Alpes françaises. . . 395
L'ABBÉ BOURGEAT. — Quelques observations nouvelles sur les Lapiez, le Glaciaire et la Mollasse dans le Jura 414
DE CHAIGNON. — Sur la présence de dépôts calcaires provenant de l'altération des basaltes de la Butte de Marcoux-Gouttelas, près Boën (Loire). 421
PELLAT. — Notes préliminaires diverses sur la géologie du sud du Bassin du Rhône 426

BERTOLIO. — Sur le massif volcanique de Siliqua (Sardaigne méridionale). . 437
BERGERON. — Notes paléontologiques 455
ZEILLER. — Notes sur la flore des gisements houillers de la Rhune et d'Ibantelly (Basses-Pyrénées). 482
HARLÉ. — Observations sur les alluvions de la Garonne dans la région de Toulouse 490
LAVILLE. — Le gisement pléistocène à Corbicules de Cergy 504
E. FOURNIER. — Études stratigraphiques sur le massif d'Allauch. 508
RAULIN. — Sur la faune oligocène de Gaas (Landes) 546
TARDY. — Fin du Quaternaire 556
PAQUIER. — Note sur l'âge de quelques affleurements crétacés de l'ouest du département de la Drôme 560
JAIME ALMERA. — Étude stratigraphique du massif crétacé du littoral de la province de Barcelone 564
TERMIER. — Sur les terrains cristallins, d'âge probablement tertiaire, des montagnes de l'Echauda, de Serre-Chevalier et de Prorel, près du bord oriental du massif du Pelvoux 572
ARCTOWSKI. — Observations sur l'intérêt que présente l'exploration géologique des terres australes 589
BRIVE. — Note sur les terrains pliocènes du Dahra (Algérie) 592
ZEILLER. — Note sur la flore fossile des gisements houillers de Rio Grande do Sul (Brésil méridional) 601
Liste des membres ayant pris part à la Réunion extraordinaire. 633
Liste des publications relatives à la Montagne de Lure 634
Nomination du Bureau 638
Discours présidentiel 639
KILIAN. — Note sur la structure de la Montagne de Lure et des environs de Sisteron (Basses-Alpes) 642
ID. — Note stratigraphique sur les environs de Sisteron et contributions à la connaissance des terrains secondaires du sud-est de la France. 659
ID. — Compte-rendu de l'excursion du 18 septembre à Valbelle et à Noyers. 805
ID. — Compte-rendu de l'excursion du 19 septembre à Saint-Geniez. . . . 812
DEPÉRET et SAYN. — Sur l'Oligocène du Ravin du Vanson, près Saint-Geniez (Basses-Alpes) 827
LEENHARDT. — Observations 829
HAUG, COLLOT, KILIAN, SAYN. — Observations. 830
SAYN. — Sur la faune des marnes valanginiennes à fossiles pyriteux du sud-est de la France 832
MARCEL BERTRAND, KILIAN, ZÜRCHER, HAUG. — Observations. 833
V. PAQUIER. — Observations 834
KILIAN. — Compte-rendu des excursions du 20 septembre à Forcalquier, Saint-Etienne-les-Orgues et Banon. 837
SAYN. — Observations. 843
P. LORY. — Sur les plis anciens du Dévoluy et des régions voisines 843
M. BERTRAND, FICHEUR, SAYN, KILIAN, RENEVIER. — Observations 844
KILIAN. — Compte-rendu de l'excursion du 21 septembre à Simiane et à Carniol 847
PELLAT, COLLOT, SAYN. — Observations 855
DEPÉRET. — Sur le rôle de la vallée de la Durance dans la région de Digne-Sisteron comme bassin d'affaissement aux diverses époques du Tertiaire 855

HAUG, KILIAN, COLLOT, ZÜRCHER. — Observations 856
KILIAN et HOVELACQUE. — Sur le calcaire de la Gourre, près Séderon 859
KILIAN, LEENHARDT, PELLAT. — Observations 860
ZÜRCHER. — Allocution présidentielle 862
ID. — Compte-rendu de la course du 28 septembre de Digne à Barrême. 866
KILIAN. — Observations 873
DEPÉRET et DOUXAMI. — Note sur les couches tertiaires de Chateauredon (Basses-Alpes) 874
COLLOT. — Observations 877
DEPÉRET. — Note sur les fossiles oligocènes de Barrême 878
KILIAN, P. LORY et DOUXAMI. — Observations 884
KILIAN. — Sur divers gisements fossilifères de la région de Castellane (Basses-Alpes) 885
LEENHARDT, KILIAN, GUÉBHARD, P. LORY, ZÜRCHER et HAUG. — Observations . 899
COLLOT. — Observations 900
ZÜRCHER. — Id. 900
ID. — Compte-rendu de la course du 24 septembre de Barrême à Blieux et à Castellane 902
ID. — Compte-rendu de la course du 25 septembre de Castellane à La Palud-de-Moustiers 917
DE ROUVILLE. — Observations 930
DEPÉRET. — Id. 930
ZÜRCHER. — Comptes rendus des courses du 26 septembre de Castellane à la Jaby et de Castellane à Saint-André 931
ID. — Notes sur la structure de divers points de la région de Castellane. 938
L. BERTRAND. — Observations 948
KILIAN. — Id. 949
L. BERTRAND. — Id. 950
ZÜRCHER. — Id. 950
KILIAN. — Id. 950
DEPÉRET — Id. 950
ZÜRCHER. — Id. 951
HAUG. — Id. 951
KILIAN. — Id. 951
GUEBHARD — Id. 951
KILIAN, ZÜRCHER et GUEBHARD. — Notice sur la région d'Escragnolles (Alpes-Maritimes) 952
DE ROUVILLE, HAUG et KILIAN. — Observations 990
Liste bibliographique des publications relatives à la région de Castellane. . 991

FIN DE LA TABLE DES NOTES ET MÉMOIRES

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

TABLE

DES MATIÈRES ET DES AUTEURS

POUR LE VINGT-TROISIÈME VOLUME

(TROISIÈME SÉRIE)

Année 1895

Les numéros des pages en chiffres romains se rapportent aux Comptes-Rendus des séances, ceux en chiffres arabes aux Notes et Mémoires.

A

Acéphales (*Mollusques*). Note préliminaire sur le développemennt de la charnière chez les —, par M. Munier-Chalmas, XXXVII. — Deuxième note préliminaire sur la charnière des —, par M. Munier-Chalmas, LIII.

Adour. Gisement d'origine des cailloux de l'—, par M. Harlé, CXCIV.

Affaissement (*Bassin d'*). Sur le rôle de la vallée de la Durance dans la région de Digne-Sisteron comme — aux diverses époques du Tertiaire, par M. Depéret, CXLV.

Algérie. Note sur la présence en — des équivalents des étages sarmatien et pontien, par M. Welsch, LVIII. — Etude sur les subdivisions du Miocène de l'—, par M. Welsch, 271. — Extension de la zone à phosphate de chaux de l'Eocène en —, par M. Blayac, CLXXIII.

Allauch (*Massif d'*). Etude stratigraphique sur le —, par M. E. Fournier, CLXV et 508.

Alluvions. Sur une collection de roches recueillie par M. G. Tardieu dans les — actuelles de la Durance, CI et 349. — Observations sur les — de la Garonne dans la région de Toulouse, par M. Harlé, 490.

ALMERA. Etude stratigraphique du massif crétacé du littoral de la province de Barcelone, 564.

Alpes (*briançonnaises*). Sur des lambeaux de terrains cristallins d'âge probablement tertiaire dans les —, par M. Termier, CCII.

— (*françaises*). Sur quelques nouveaux gisements de roches éruptives dans les —, par MM. Termier et Kilian, XCIX et 395.

— (*maritimes*). Sur la tectonique de la partie N. O. des —, par M. L. Bertrand, CLVIII.

— (*occidentales*). Observation sur la division des — en zones et sur certains points de la tectonique des zones externes, par M. P. Lory, CCV.

Alpines. Sur les plissements en dôme et l'allure des plis secondaires sur le bord des grandes écailles —, par MM. Bertrand, CXXV.

Ambérieu. Structure géologique de la lisière tertiaire du Jura aux environs d'— (Ain), par M. Boistel, VI.

Amélie-les-Bains. Description de la formation secondaire et tertiaire d'—, par M. J. Roussel, XXV.

Ammonites. Sur la faune d'— pyriteuses du Barrêmien de Noyers-sur-Jabron, par M. Sayn, CXLV. — Sur les mœurs des — et les conditions de leur fossilisation, par M. Haug, CLIII.

Aptien. Présence d'*Horiopleura* et de *Polyconites* dans l'— inférieur de Catalogne, par M. Paquier, CXXXVII.

Aquitanien. Note sur l'— des environs de Saint-Avit (Landes), par M. E. Fallot, LVII.

ARCTOWSKI. Etude de l'érosion dans le plateau ardennais, 3. — Observations sur l'intérêt que présente l'exploration géologique des terres australes, 589.

Ardennais (Plateau). Etude de l'érosion dans le —, par M. Arctowski, 3.

Ariège. Sur le Crétacé supérieur des Corbières, du Beausset et de l'—, par M. Toucas, LXI.

Aspe. Sur la vallée d'Ossan et la vallée d'—, par M. Stuart-Menteath, CXVIII.

Australes (Terres). Observations sur l'intérêt que présente l'exploration géologique des —, par M. Arctowski, 589.

B

Bagnères-de-Bigorre. Restes d'Hyènes rayées de la brèche d'Es-Taliens (Hautes-Pyrénées) à —, par M. Harlé, 44.

Bajocien. Note sur le banc pourri et le — en quelques points des Deux-Sèvres, par M. A. Fournier, CXXII.

Baléare (Archipel). Note sur la structure géologique d'ensemble de l'—, par M. Nolan, LIII et 76

Banon. Excursion de —, par M. Kilian, CXXXVIII. — Compte-rendu des excursions du 20 septembre à Forcalquier, Saint-Etienne-les-Orgues et —, par M. Kilian, CXLIII et 837.

Barcelone. Etude stratigraphique du massif crétacé du littoral de la province de —, par M. Almera, 564.

Barrême. Compte-rendu de la course du 23 septembre de Digne à —, par M. Zürcher, CLI et 866. — Sur la série néocomienne et le Jurassique à facies purement vaseux des environs de Vergons et de —, par M. Kilian, CLX. — Note sur les fossiles oligocènes de —, par M. Depéret, 878 — Compte-rendu de la course de — à Blieux et à Castellane, par M. Zürcher, 902.

Barrêmien. Sur la faune d'Ammonites pyriteuses du — de Noyers-sur-Jabron, par M. Sayn, CXLV. — Coupe du Néocomien et du — dans la région de la cluse de Chabrières, par M. Kilian, CLIII.

Basaltes. Sur la présence des dépôts calcaires provenant de l'altération des — de la butte de Marcoux-Gouttelas près Boën (Loire), par M. de Chaignon, 421.

Bathonien. Le — des environs de Toulon et ses Echinides. Description d'un nouveau genre *Heteropedina*, par M. Michalet, XXV et 50.

Beausset. Sur le Crétacé supérieur des Corbières, du — et de l'Ariège, par M. Toucas, LXI.

BERGERON. Sur les calcaires cambriens de la Montagne-Noire, XCVII. — Sur le métamorphisme des schistes cambriens de la Montagne-Noire, CXCIX. — Remarques relatives à deux notes de M. Miquel, 337. Notes paléontologiques, 465.

BERNARD (F.). Première note sur le développement et la morphologie de la coquille des Lamellibranches, XXXVII et 104.

Berriasien. Couches bréchoïdes du —, par M. Léenhardt, CXXVI

BERTOLIO. Sur le massif volcanique de Siliqua (Sardaigne méridionale), 437.

BERTRAND (L.). Sur la tectonique de la partie N. O. des Alpes-Maritimes, CLVIII. — Observations, 948, 949.

BERTRAND (M.). Sur les plis des environs de Rians en Provence, XCII. — Sur les plissements en dômes et l'allure des plis secondaires sur le bord des grandes écailles alpines, CXXXV. — Observations, XXX. — Id., XLIII. — Id., CXLI. — Id., CCI. — Id., CCII. — Id., 833. — Id., 844.

Blayac. Extension de la zone à phosphate de chaux de l'Eocène inférieur en Algérie, CLXXIII.

Blieux (Basses-Alpes). Compte-rendu de la course de Barrême à — et à Castellane, par M. Zürcher, 902.

Boistel. Structure géologique de la lisière tertiaire du Jura aux environs d'Ambérieu (Ain), VI. — Observations, XII. — Présentation d'un ouvrage de MM. l'abbé Tournier et Guillon, LXV.

Boule. Notice sur Jean-Baptiste Rames, 192. — Présentation d'une note de M. Harlé, VII. — Observations, XLVIII. — Id., LXXVIII. — Id., LXXXV. — Présentation d'ouvrages, CLXXI. — Observations, CLXXIX. — Id., CXCII. — Id., CCII.

Bourgeat (abbé). Quelques observations nouvelles sur les lapiez, le glaciaire et la mollasse dans le Jura, 414.

Bourget (*Lac du*). A propos d'une note de M. Delebecque sur l'âge du —, des alluvions anciennes de Chambéry et de la vallée de l'Isère, par M. Hollande, XII.

Brive. Note sur le Pliocène du Dahra (Algérie), CLXXVIII et 592.

Bréchoïdes (*Couches*). — du Berriasien, par M. Leenhardt, CXXXVI.

C

Calcaires. Sur les — coralligènes d'Istein, par M Mieg, LXVII et 95

Cambriens. Sur les calcaires —s de la Montagne Noire, par M. Bergeron, XCVII. — Sur le métamorphisme des schistes —s de la Montagne Noire, par M. Bergeron, CXCIX.

Carniol. Compte-rendu de l'excursion du 21 septembre à Simiane et à —, par M. Kilian, 847.

Castellane (Basses-Alpes). Sur la tectonique de la région de —, par M. Zürcher, CLVII. — Sur divers gisements fossilifères de la région de —, par M. Kilian, 885. — Compte-rendu de la course de Barrême à Blieux et à —, par M. Zürcher, 902. — Compte-rendu de la course de — à la Palud-de-Moustiers, par M. Zürcher, 917. — Comptes-rendus des courses de — à la Jaby et de — à St-André, par M. Zürcher, 931. — Notes sur la structure de divers points de la région de —, par M. Zürcher, 938.

Catalogne. Présence d'*Horiopleura* et de *Polyconites* dans l'Aptien inférieur de —, par M. Paquier, CXXXVII.

Cayeux. Présentation d'une brochure de M. Klément, XCI. — Présentation de notes, CIX.

Celle-sous-Moret. Communication préliminaire sur les tufs de la —, par M. Munier-Chalmas, LXXXIX.

Céphalopodes. Note sur la découverte du Ligérien à — dans les Corbières, par M. J. Roussel, XXXIX et 92.

Cergy. Sur le gisement pléistocène à Corbicules de —, par M. Laville, CLXV et 504.

Cétacés. Sur des ossements de — fossiles, par M. Flot, CXIV.

Chabrières Sur la structure des environs de —, par M. Haug, CLIV. Note sur les environs de —, par M. Zürcher, 982.

Chaignon (de). Sur la présence de dépôts calcaires provenant de l'altération des basaltes de la butte de Marcoux-Gouttelas près Boën (Loire), 421.

Chaillol. Sur deux roches éruptives récemment découvertes dans le massif de — (Hautes-Alpes), par MM. Termier et P. Lory, LXXV.

Chambéry. A propos d'une note de M. Delebecque sur l'âge du lac du Bourget, des alluvions anciennes de — et de la vallée de l'Isère, par M. Hollande, XII.

Chamidés. Note sur quelques — nouveaux de l'Urgonien, par M. V. Paquier, XLIX.

Châteauneuf-du-Rhône. Observations sur l'Urgonien de —, par M. Paquier, CXXXVIII.

Châteauredon (Basses-Alpes). Sur les couches tertiaires de —, par MM. Depéret et Douxami, 1874.

Cluse de Chabrières. Néocomien au nord de la —, par M. Collot, CLII. — Coupe du Néocomien et du Barrèmien dans la région de la —, par M. Kilian, CLIII.

Collot. Présentation d'un ouvrage de M. Zujovic, CXXXII. — Observations, CXXXVI. — Id., CXLV. — Id., CXLVI. — Id., CLIV. — Id., 830. — Id., 855. —

Id., 856, 877, 900. — Néocomien au nord de la cluse de Chabrières, CLII.

Commission de comptabilité. Rapport de M. Douvillé, CLXXXIV.

Coralligènes. Sur les calcaires — d'Istein, par M. Mieg, LXVII et 75.

Corbicules. Sur le gisement pléistocène à — de Cergy, par M. Laville, CLXV et 504.

Corbières. Note sur la découverte du Ligérien à Céphalopodes dans les —, par M. J. Roussel, XXXIX et 92. — Sur le Crétacé supérieur des — du Beausset et de l'Ariège, par M. Toucas, LXI.

COSSMANN. Présentation d'un ouvrage, LXV. — Observations, CLBXII.

COTTEAU (Gustave). Notice biographique de —, par M. Peron, 231.

Cousson-Courbons. Sur le pli de —, par M. Zürcher, CXXXV.

Crémieu. Etudes sur les étages jurassiques moyens et supérieurs des cantons de — et de Morestel (Isère), par M. de Riaz, CIII et 346.

Crétacé. Sur le — supérieur des Corbières, du Beausset et de l'Ariège, par M. Toucas, LXI. — Sur les niveaux pyriteux du — inférieur, par MM. P. Lory et Paquier, CCIV. — Note sur le — de l'ouest de la Drôme, par M. Paquier, CCV et 560.

Cristallins (*Terrains*). Sur des lambeaux de — d'âge probablement tertiaire, dans les Alpes briançonnaises, par M. Termier, CCII.

D

Dahra (Algérie). Note sur le Pliocène du —, par M. Brive, CLXXVII.

Danemark. Sur le service de la carte géologique du —, par M. G. Dollfus, XLI.

DELAGE et MOURGUES. La limburgite de Grabels, près Montpellier, XIX.

DELAGE, DE ROUVILLE et MIQUEL. Note, LXXV.

DEPÉRET. Observations à propos de la note sur la nomenclature des terrains sédimentaires, par MM. Munier-Chalmas et de Lapparent, XXXIII. — Note sur les phosphorites quaternaires de la région d'Uzès, XLIII. — (et SAYN). Sur l'Oligocène du ravin du Vanson, près St-Geniez, CXXXV et 827. — Sur le rôle de la vallée de la Durance dans la région de Digne-Sisteron comme bassin d'affaissement aux diverses époques du tertiaire, CXLV et 855. — Sur les silex de la basse terrasse de la Saône à Villefranche, CLXXIX. — Observations, CLII. — Remerciements à MM. Kilian et Zürcher, CLV. — Remerciements, CLVI. — Observations, CLX et 930. — Présentation de notes, CLXXXIII. — Sur l'âge de la terrasse quaternaire de Villefranche, CXC. — (et DOUXAMI). Note sur les couches tertiaires de Châteauredon (Basses-Alpes), 874. — Note sur les fossiles oligocènes de Barrême, 878.

Deux-Sèvres. Note sur le banc pourri et le Bajocien en quelques points des —, par M. A. Fournier, CXXIII.

Dévoluy Sur les plis anciens du — et des régions voisines, par M. P. Lory, CXL et 843.

Digne. Compte-rendu de la course du 23 septembre de — à Barrême, par M. Zürcher, CLI et 866.

DOLLFUS (G.). Sur le service de la carte géologique du Danemark, XLI — Présentation d'un ouvrage de M. Cossmann, XLII. — Présentation d'ouvrage, XLII.

Dômes. Sur les plissements en — et l'allure des plis secondaires sur le bord des grandes écailles alpines, par M. Marcel Bertrand, CXXV.

DOUVILLÉ. Observations sur la coupe des Martigues, VII. — Observations, XXXVIII. — Présentation d'un échantillon de *Pseudonerinea*, CLXXII. — Rapport de la commission de comptabilité, CLXXXV. — Notice nécrologique de P.-H. Fischer, 203.

DOUXAMI (et DEPÉRET). Note sur les couches tertiaires de Châteauredon (Basses-Alpes), 874. — (et RÉVIL). Existence d'assises qui appartiennent au Pontique dans la vallée de Novalaise (Savoie), CXVI. — Observations, 884.

Drôme. Note sur le Crétacé de l'ouest de la —, par M. Paquier, CCV et 560.

DUPARC (et KILIAN). Sur une collection de roches recueillies par M. G. Tardieu dans les alluvions actuelles de la Durance, CI et 349. — (et RITTER). A propos du grès de Taveyannaz, LXXXVII.

Durance. Sur une collection de roches recueillies par M. G. Tardieu dans les alluvions actuelles de la —, par MM. Duparc et Kilian, CI et 349. — Sur le rôle de la vallée de la — dans la région de Digne-Sisteron comme bassin d'affaissement aux diverses époques du Tertiaire, par M. Depéret, CXLV et 855.

E

Echinides. Le Bathonien des environs de Toulon et ses —. Description d'un nouveau genre *Heteropedina*, par M. Michalet, XNII et 50. — Présentation d'un travail fait en collaboration avec M. Cotteau sur les — de la Perse, par M. Gauthier, CVII.

Elections. III.

Eocène inférieur. Extension de la zone à phosphate de chaux de l'— en Algérie, par M. Blayac, CLXXIII.

Eogène. Note sur l'— de la région de Montpellier, par M. Roman, CCIII.

Erosion. Etude de l'— dans le plateau ardennais, par M. Arctowski, 3.

Eruptives (Roches). Sur deux — récemment découvertes dans le massif de Chaillol (Hautes-Alpes), par MM. Termier et P. Lory, LXXV. — Sur quelques nouveaux gisements de — dans les Alpes françaises, par MM. Termier et Kilian, XCIX et 395.

Escragnolles (Alpes-Maritimes). Communication sur les environs d'—, par MM. Kilian et Zürcher, CLXI. — Notice sur la région d'—, par MM. Kilian, Zürcher et Guebhard, 952.

Es-Taliens Faune malacologique de la brèche d'— à Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées), par M. Harlé, CXVII.

Etienne-les-Orgues (St-). Compte-rendu des excursions du 20 septembre à Forcalquier, — et Banon, par M. Kilian, CXLIII et 843.

F

FALLOT (E.). Note sur l'Aquitanien des environs de St-Avit (Landes), LVII.

FICHEUR. Observations, CXLI. — Id., 844.

FISCHER (P.-H.). Notice nécrologique de —, par M. Douvillé, 203.

FLOT. Sur des ossements de Cétacés fossiles, CXIV.

Fontainebleau. Sur la structure des grès de —, par M. Termier, 344.

Forcalquier. Compte-rendu des excursions du 20 septembre à —, St-Etienne-les-Orgues et Banon, par M. Kilian, CXLIII et 843.

FOUQUÉ. Communication relative à l'Observatoire seismologique du Japon, LXXXV.

FOURNIER (A.). Note sur le banc pourri et le Bajocien en quelques points des Deux-Sèvres, CXXIII. — Note sur le mémoire de M. Glangeaud, C. — Communication en réponse aux observations de M. Glangeaud au sujet de ma rectification, CLXXVI.

FOURNIER (E). Etudes stratigraphiques sur le massif d'Allauch, CLXV et 508.

G

Gaas (Landes). — Sur la faune oligocène de —, par M. Raulin, CLXVIII et 546.

Garonne. Observations sur les alluvions de la — dans la région de Toulouse, par M. Harlé, 490.

GAUDRY (A). Présentation d'ouvrage, XXV. Observations relatives à la lettre de M. le Ministre de l'Instruction Publique, LXXIV. — Don fait au Muséum d'une collection de fossiles du colonel Durand, CX. — Observations, CLXXIX.

GAUTHIER. Présentation d'un travail fait en collaboration avec M. Cotteau sur les Echinides de la Perse, CVII.

Geniez (St-). Compte-rendu de l'excursion du 19 septembre à —, par M. Kilian, 813.

Glaciaire. Quelques observations nouvelles sur les lapiez, le — et la mollasse dans le Jura, par M l'abbé Bourgeat, 414.

GLANGEAUD (Ph.). Le Lias et le Jurassique moyen en bordure à l'ouest du Plateau Central, V et 10. — Réponse à M. Welsch, LXXX. — Réponse à MM. Fournier et Welsch, CXV. — Présentation d'ouvrage, CXCVII.

GOSSELET. Remerciements à la Société, IV. — Allocution présidentielle prononcée dans la séance du 18 avril, 167.

Gourre (La). Sur le calcaire de —, près Séderon, par MM. Kilian et Hovelacque, 859.

Grabels La limburgite de —, près Montpellier, par MM. Delage et Mourgues, XIX.

Grotte. Fouille à l'entrée primitive de la — de Montsaunés (Haute-Garonne), par M. Harlé, CI.

GUÉBHARD. Présentation d'une note, CXI. — Sur la géologie de la région de Saint-Vallier-de-Thiey, CXI. — (ZÜRCHER et KILIAN). Notice sur la région d'Escragnolles (Alpes-Maritimes), 952. — Observations, CLIII, 899 et 951. — Présentation d'une carte géologique de Saint-Vallier-de-Thiey (Alpes-Maritimes), CLXI.

H

HARLÉ. Fouilles à l'entrée primitive de la grotte de Montsaunes (Haute-Garonne), CI. — Faune malacologique de la brèche d'Es-Taliens à Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées) CXVII. — Gisement d'origine des cailloux de l'Adour, CXCIV. — Restes d'Hyènes rayées de la brèche d'Es-Taliens à Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées), 44. — Observations sur les alluvions de la Garonne dans la région de Toulouse, 490.

HAUG (et LUGEON). Sur le synclinal de Serraval et la montagne de Sulens, XXVI. — Sur les hautes chaînes calcaires de la Suisse, CXI. — Sur les mœurs probables des Ammonites et les conditions de leur fossilisation, CLIII. — Présentation de notes, V. — Observations, LXXVIII. — Présentation d'un ouvrage de M. Bittner, XCI. — Présentation de notes, CIX. — Présentation d'une note de M. V. Paquier, CIX. — Observations, CXXXV — Id., CXXXVI. — Id., CXLVI. — Présentation d'une carte géologique des environs de Digne, CXLVII. — Observations, CXLVII. — Id., CLX. — Id., CLXI. — Id., 830. — Id., 833. — Id., 856, 899, 951.

Hérault. Note sur le tectonique de l'—, par M. de Rouville, LXXIV et 282.

Heteropedina. Le Bathonien des environs de Toulon et ses Echinides. Description d'un nouveau genre —, par M. Michalet, XXII.

Hochstetteria. Note sur le genre —, par M. Vélain, LXX.

HOLLANDE. A propos d'une note de M. Delebecque sur l'âge du lac du Bourget, des alluvions anciennes de Chambéry et de la vallée de l'Isère, XII.

Homme. Sur les stations de l'— quaternaire dans le Jura méridional, par M. Tardy, CXXVI.

Horiopleura. Psésence d'— et de *Polyconites* dans l'Aptien inférieur de Catalogne, par M. Paquier, CXXXVII.

Houillers (Gisements). Note sur la flore des — de la Rhune et d'Ibantelly (Basses-Pyrénées), par M. Zeiller, CLXIV et 482. — Sur la flore des — de Rio Grande do Sul (Brésil méridional), par M. Zeiller, CXCVII et 601.

Houillère. Observation faite dans une — de Liège, par M. de Lapparent, CXCIII.

HOVELACQUE (et KILIAN). Sur le calcaire de la Gourre, près Séderon, 859.

Hyènes. Restes d'— rayées de la brèche d'Es-Taliens, à Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées), par M. Harlé, 44.

I

Ibantelly. Note sur la flore des gisements houillers de la Rhune et d'— (Basses-Pyrénées), par M. Zeiller, CLXIV et 482.

Isère. A propos d'une note de M. Delebecque sur l'âge du lac du Bourget, des alluvions anciennes de Chambéry et de la vallée de l'—, par M. Hollande, XII.

Istein. Sur les calcaires coralligènes d'—, par M. Mieg, LXVII et 95.

J

Jaby (La) (Basses-Alpes). Compte-rendu de l'excursion à —, par M. Zürcher, CLVI. — Comptes-rendus des courses de Castellane à — et de Castellane à Saint-André, par M. Zürcher, 931.

Jura. Structure géologique de la lisière tertiaire du — aux environs d'Ambérieu (Ain), par M. Boistel, VI. — Sur les stations de l'homme quaternaire dans le — méridional, par M. Tardy, CXXVI. — Quelques observations nouvelles sur les lapiez, le glaciaire et la mollasse dans le —, par M. l'abbé Bourgeat, 414.

Jurassique. Le Lias et le — moyen en bordure à l'ouest du Plateau Central, par M. Glangeaud, V et 10. — Etudes sur les étages —s moyens et supérieurs des cantons de Crémieu et de Morestel (Isère), par M. de Riaz, CIII et 346. — Sur la série néocomienne et le — à facies purement vaseux des environs de Vergons et de Barrême, par M. Kilian, CLX.

K

KILIAN. Note sur la nouvelle nomenclature des terrains sédimentaires, XXX. — Sur un nouveau gisement d'Unios plissés dans l'étage pontique (Miocène supérieur) du Sud-Est, LXXXI. — (et TERMIER). Sur quelques nouveaux gisements de roches éruptives dans les Alpes françaises, XCIX et 395. — (et DUPARC). Sur une collection de roches recueillies par M. G. Tardieu dans les alluvions actuelles de la Durance, CI et 349. — Note sur la structure de la Montagne de Lure et des environs de Sisteron (Basses-Alpes), CXXXII et 642. — Excursion à Valbelle et à Noyers, CXXXIII et 805. — Excursion de Banon, CXXXVIII. — Comptes-rendus des excursions du 20 septembre à Forcalquier, St-Etienne-les-Orgues et Banon, CXLIII et 837. — Coupe du Néocomien et du Barrêmien dans la région de la cluse de Chabrières, CLIII. — Sur la série néocomienne et le Jurassique à facies purement vaseux des environs de Vergons et de Barrême, CLX. — (et LEENHARDT). Sur la stratigraphie du Néocomien à la Palud-de-Moustiers et aux environs, CLXI. — (et ZÜRCHER). Communication sur les environs d'Escragnolles, CLXI. — Allocution, CXXIX et 639. — Présentation d'une note sur les régions de Lure et de Castellane, CXXXI. — Observations, CXXXV. — Id., CXXXVI. — Id., CXXXVII. — Id., CXXXVIII. — Présentation d'un mémoire de M. l'abbé Almera, CXXXVIII. — Observations, CXLI. — Présentation d'un mémoire intitulé : Contributions à l'étude du Crétacé inférieur dans le sud-est de la France, CXLI. — Réponse à des observations, CXLII. — Observations, CXLVI. — Id., CXLVII. — Présentation au nom de M. Hovelacque et au sien de microphotographies de calcaires alpins, CXLVIII. — Présentation d'Ammonites, CXLVIII. — Observations, CLII. — Id., CLIII. — Id., CLIV. — Allocution, CLV. — Observations, CLVIII. — Id., CLIX. — Id., CLX. — Id., CLXI. — Observations, 830, 833, 856, 860, 866, 884, 899, 949, 950, 951, 952. — Note stratigraphique sur les environs de Sisteron et contributions à la connaissance des terrains secondaires du sud-est de la France, 659. — Compte-rendu de l'excursion du 19 septembre à Saint-Geniez, 813. — Compte-rendu de l'excursion du 21 septembre à Simiane et à Carniol, 847. — (et HOVELACQUE). Sur le calcaire de la Gourre, près Séderon, 859. — Sur divers gisements fossilifères de la région de Castellane (Basses-Alpes), 885. — (ZÜRCHER et GUÉBHARD). Notice sur la région d'Escragnolles (Basses-Alpes), 952 — et (LEENHARD). Sur le Néocomien des environs de Moustiers-Ste-Marie (Basses-Alpes), 970.

L

LABAT. Présentation d'un ouvrage, LXXII. — Id., LXXXV. — Observations, CC.

Lamellibranches. Première note sur le développement et la morphologie de la coquille chez les —, par M. F. Bernard, XXXVII et 104.

Lapiez. Quelques observations nouvelles sur les —, le glaciaire et la mollasse dans le Jura, par M. l'abbé Bourgeat, 414.

LAPPARENT (DE). Observations, XXX. — Présentation d'ouvrages, LXXV. — Observations LXXIX. — Présentation d'ouvrages, XCII. — Présentation d'un ouvrage de M. E. Chaix, CLXIV. — Observation faite dans une houillère de Liège, CXCIII.

LAVILLE. Sur le gisement pléistocène à Corbicules de Cergy, CLX et 504.

LEENHARDT. Couches bréchoïdes du Berriasien, CXXXVI. — Observations, CXLV. — Id., CXLVIII. — Id., CLIII. — Id., CLIV. — Id., 829. — Id., 860, 899. — (et KILIAN). Sur la stratigraphie du Néocomien à la Palud-de-Moustiers et aux environs, CLIX. — et (KILIAN). Sur le Néocomien des environs de Moustiers-Ste-Marie (Basses-Alpes), 970.

LEMOINE. Application de la photographie aux études paléontologiques dans les environs de Reims, LXXI.

Lias. Le — et le Jurassique moyen en bordure à l'ouest du Plateau Central, par M. Glangeaud, V et 10.

Liège. Observation faite dans une houillère de —, par M. de Lapparent, CXCIII.

Ligérien. Note sur la découverte du — à Céphalopodes dans les Corbières, par M. J. Roussel, XXXII et 92.

Limburgite. La — de Grabels près Montpellier, par MM. Delage et Mourgues, XIX.

LINDER. Allocution présidentielle, V. — Présentation d'un ouvrage de M. Gauthier, XLII. — Présentation d'un ouvrage de M. Gosselet, LIII.

Lory (P.) (et Termier). Sur deux roches éruptives récemment découvertes dans le massif de Chaillol (Hautes-Alpes), lxxv. — (et Paquier). Sur les niveaux pyriteux du Crétacé inférieur, xciv.— Sur les plis anciens du Dévoluy et des régions voisines, cxl et 843. — Observation cliii, 884, 899. — Observation sur la division des Alpes occidentales en zones et sur certains points de la tectonique des zones externes, ccv.

Lugeon (et Haug). Sur le synclinal de Serraval et la montagne de Sulens, xxvi.

Lure (*Montagne de*). Note sur la structure de la —, par M. Kilian, cxxii.

M

Mallard (Ernest). Eloge d'—, par M. Tavernier, 179.

Marcoux-Gouttelas (Loire). Sur la présence de dépôts calcaires provenant de l'altération des basaltes de la butte de —, par M. de Chaignon, 421.

Margerie (de). Présentation d'un ouvrage de M. Nathorst v. Présentation d'une carte pluviométrique de la Belgique, lxxxvi. — Allocution, cxxviii. — Présentation d'un ouvrage de M. A. Bernard, clxxxiii.

Martel. Présentation d'ouvrage, lxxxvi. — Présentation d'un ouvrage de de M. Franz Kraus, lxxvii.

Martigues (*Les*). Observations sur la coupe des —, par M. Douvillé.

Métamorphisme. Sur le — des schistes cambriens de la Montagne-Noire, par M. Bergeron, cxcix.

Michalet. Le Bathonien des environs de Toulon et ses Echinides. Description d'un nouveau genre *Heteropedina*, xxii et et 50.

Micq (M.). Sur les calcaires coralligènes d'Istein, lvii et 75.

Ministre de l'Instruction publique. Lettre adressée au Président de la Société, par M. le —, lxxxiii.

Miocène. Etude sur les subdivisions du —, de l'Algérie, par M. Welsch, 271.

Miquel. Présentation d'une note sur la géologie des terrains primaires du département de l'Hérault. Essai de stratigraphie générale. lxxi. — (de Rouville et Delage). Note, lxxv.

Mollasse. Quelques observations nouvelles sur les lapiez, le glaciaire et la — dans le Jura, par M. l'abbé Bourgeat, 414.

Montagne-Noire. Sur les calcaires de la —, par M. Bergeron, xcvii. — Sur le métamorphisme des schistes cambriens de la — par M. Bergeron, cxcix.

Montagnette (*La*). Sur l'Urgonien de —, près Tarascon (Bouches-du-Rhône), par M. Torcapel, 155.

Montpellier. Note sur l'Eogène de la région de —, par M. Roman, cciii.

Montsaunès. Fouilles à l'entrée primitive de la grotte de — (Haute-Garonne), par M. Harlé. ci.

Morestel. Etudes sur les étages jurassiques moyens et supérieurs des cantons de Crémieu et de — (Isère), par M. de Riaz, ciii et 346.

Mourgues (et Delage). La limburgite de Grabels, près Montpellier, xix.

Moustiers-Sainte-Marie. (Basses-Alpes). Sur le Néocomien des environs de —, par MM. Kilian et Leenhardt, 970.

Munier-Chalmas. Observations, xii. — Id., xliii. — Id., xciv. — Id., xcvii. — Id., clxv. — Note préliminaire sur le développement de la charnière chez les Mollusques acéphales, xxxvii. — Deuxième note préliminaire sur la charnière des Mollusques acéphales, liii. — (de Lapparent). Réponse à quelques observations au sujet de l'essai de nomenclature stratigraphique, xliii. — Communication préliminaire sur les tufs de la Celle-sous-Moret, lxxxix. — Rapport sur le prix Fontannes, 177.

N

Néocomien. — au nord de la Cluse de Chabrières, par M. Collot, clii.— Coupe du — et du Barrêmien dans la région de la Cluse de Chabrières, par M. Kilian, cliii. — Sur la série — ne et le Jurassique à facies purement vaseux des environs de Vergons et de Barrême, par M. Kilian, clx. — Sur la stratigraphie du — à la Palud-de-Moustiers et aux environs, par MM. Kilian et Leenhardt, clxi. — Sur le — des environs de Moustiers-Ste-Marie (Basses-Alpes), par MM. Kilian et Leenhardt, 970.

Nicklès. Présentation d'une carte de M. de Botella y de Hornos, lvv.

NOLAN. Note sur la structure géologique d'ensemble de l'archipel Baléare, LIII et 76.

Nomenclature. Note sur la nouvelle — des terrains sédimentaires, par M. Kilian, XXX. — Observations à propos de la note sur la — des terrains sédimentaires, par MM. Munier-Chalmas et de Lapparent, par M. Depéret, XXXIII. — Réponse à quelques observations au sujet de l'essai de — stratigraphique, par MM. Munier-Chalmas et de Lapparent, XLIII.

Noyers. Excursion à Valbelle et — par M. Kilian, CXXXIII et 805.

Noyers-sur-Jabron. Sur la faune d'Ammonites pyriteuses du Barrêmien de —, par M. Sayn, CXLV.

Novalaise (Savoie). Existence d'assises qui appartiennent au Pontique dans la vallée de —, par MM. Sayn, CXLV.

O

OEHLERT. Note sur une forme géante de Trilobites (*Uralichas Riberoi*), CLXV. — Sur les *Trinucleus* de l'ouest de la France, LXVI et 299.

Ouarsenis. Considérations stratigragraphiques sur les plissements de l'—, par M. Répelin, 160.

Oligocène. — du ravin de Vanson, par M. Depéret, CXXXV. — Sur la faune — de Gaas (Landes), CLXXVIII et 546, par M. Raulin. — Note sur les fossiles — — s de Barrême, par M. Depéret, 878.

Ossau. Sur la vallée d'— et la vallée d'Aspe, par M. Stuart-Menteath, CXVIII.

P

Palud-de-Moutiers (*La*). Sur la stratigraphie du Néocomien (Basses-Alpes) à — et aux environs, par MM. Leenhardt et Kilian, CLXI — Compte-rendu de la course de Castellane à —, par M. Zürcher, 917.

PAQUIER. Note sur quelques Chamidés nouveaux de l'Urgonien, XLIX. — Rectification, LI. — Observations, 834. — (et P. LORY). Sur les niveaux pyriteux du Crétacé inférieur, XCIV. — Présence d'*Horiopleura* et de *Polyconites* dans l'Aptien inférieur de Catalogne, CXXXVI. — Observations sur l'Urgonien de Châteauneuf-du-Rhône, CXXXVIII. — Remarques sur le Crétacé supérieur de l'ouest de la Drôme, CCV.

PELLAT. Observations, CXLIV. — Id., CXLV. — Id., CXLVIII. — Id., 855. — Id., 860. — Notes préliminaires diverses sur la géologie du sud du bassin du Rhône, 426.

PERON. Observations, CLXXIV. — Notice biographique de Gustave Cotteau, 231.

Perse. Présentation d'un travail fait en collaboration avec M. Cotteau sur les Echinides de la —, par M. Gauthier, CVII.

Phosphate de chaux. Extension de la zone à — de l'Eocène inférieur en Algérie, par M. Blayac, CLXXIII.

Phosphorites. Note sur les — quaternaires de la région d'Uzès, par M. Depéret, XLIII.

Photographie. Applications de la — aux études paléontologiques dans les environs de Reims, par M. Lemoine, LXXI.

Plateau Central (*Ouest du*). Le Lias et le Jurassique moyen en bordure à l'— du —, par M. Glangeaud, V et 10. — Observations de M. Welsch, LXXIX et XCIX. — Réponse de M. Glangeaud à M. Welsch, LXXX. — Notes sur le mémoire de M. Glangeaud, par M. Fournier, C et CLXXVI. — Réponse de M. Glangeaud à MM. Fournier et Welsch, CXV.

Pléistocène. Sur le gisement — à Corbicules de Cergy, par M. Laville, CLXV et 504.

Pliocène. Un mot sur la classification du —, par M. de Rouville, XIX. — Observations sur le —, par M. de Rouville, LVI. — Note sur le — du Dahra (Algérie), par M. Brive, CLXXVIII.

Plis. A propos de la note de M. Depéret sur le tertiaire de St-Chinian, par M. de Rouville, LXVIII. — Sur le — de Cousson-Courbon, par M. Zürcher, CXXXV. — Sur les — des environs de Rians en Provence, par M. M. Bertrand, XCII. — Sur les — anciens du Dévoluy et des régions voisines, par M. P. Lory, CXL.

Plissements. Sur les — en dômes et l'allure des plis secondaires sur le bord des grandes écailles alpines, par M. M. Bertrand, CXXV. — Considérations stratigraphiques sur les — de l'Ouarsenis, par M. Répelin, 160.

Poitevin (*Détroit*). Note sur la présence de la zone à *Ammonites opalinus* et la zone à *A. Murchisonae* dans le —, par M. Welsch, CXXI.

Polyconites. Présence d'*Horiopleura* et de — dans l'Aptien inférieur de Catalogne, par M. Paquier, CXXXVII.

Pontien (*Etage*) Note sur la présence en Algérie des équivalents des étages sarmatien et —, par M. Welsch, LVIII.

Pontique (*Etage*). Sur un nouveau gisement d'Unios plissés dans l'— (Miocène supérieur) du Sud-Est, par M. Kilian, LXXXI.— Existence d'assises qui appartiennent au — dans la vallée de Novalaise (Savoie), par MM. Revil et Douxami, CXVI.

PRESTWICH. Remerciements à la Société, V.

Pseudonerinea. Présentation d'un échantillon de —, par M. Douvillé, CLXXII.

Pyrénées. Sur la carte géologique des —, par M. Stuart-Menteath, CLXVI.

Pyriteux (*Niveaux*). Sur les — du Crétacé inférieur, par MM. P. Lory et Paquier, XCIV.

Q

Quaternaire. Note sur les phosphorites —s de la région d'Uzès, par M. Depéret, XLIII.— Sur les stations de l'homme — dans le Jura méridional, par M. Tardy, CXXVI. — Sur l'âge de la terrasse — de Villefranche, par M. Depéret, CXC. — Observations de M. Boule, CXCII.— Fin du —, par M. Tardy, 556.

R

RAMES (J.-B.). Notice sur —, par M. Boule, 192.

RAMOND. Présentation d'une carte topographique des environs de Paris, LXXII. — Présentation de plusieurs notes. CLXXI.

RAULIN. Sur la faune oligocène de Gaas (Landes), CLXXVIII et 546.

Reims. Application de la photographie aux études paléontologiques dans les environs de —, par M. Lemoine, LXXI.

RENEVIER. Observations, CXLII.— Id., 844.

REPELIN. Considérations stratigraphiques sur les plissements de l'Ouarsenis, 160.

RÉVIL (et DOUXAMI). Existence d'assises qui appartiennent au Pontique dans la vallée de Novalaise (Savoie), CXVI.

Rhône (*Bassin du*). Notes préliminaires diverses sur la géologie du sud du —, par M. Pellat, 426.

Rhune (*La*). Note sur la flore des gisements houillers de — et d'Ibantelly (Basses-Pyrénées), par M. Zeiller, CLXIV et 482.

Rians. Sur les plis des environs de —, en Provence, par M. M. Bertrand, XCII.

RIAZ (DE). Etudes sur les étages jurassiques moyens et supérieurs des cantons de Crémieu et de Morestel (Isère), CIII et 366.

Rio Grande do Sul (Brésil méridional). Note sur la flore des gisements houillers de —, par M. Zeiller, CXCVII et 601.

RITTER et DUPARC. A propos du grès de Taveyannaz, LXXXVII.

ROLLAND. Présentation d'ouvrage, CIX.

ROMAN. Note sur l'Eogène de la région de Montpellier, CCIII.

ROUSSEL (J.). Description de la formation secondaire et tertiaire d'Amélie-les-Bains, XXV. — Note sur la découverte du Ligérien à Céphalopodes dans les Corbières, XXXIX et 92.

ROUVILLE (DE). Un mot sur la classification du Pliocène, XXXIX. — Observations sur le Pliocène. LVI. — A propos de la note de M. Depéret sur les plis tertiaires de St-Chinian, LXVIII. — Note sur la tectonique de l'Hérault, LXXIV et 282. — (DELAGE et MIQUEL). — Note, LXXV. — Remerciements, CLVI. — Observations, CLXI.

S

Saint-André (Basses-Alpes). Comptes rendus des courses de Castellane à la Jaby et de Castellane à —, par M. Zürcher, 931.

Saint-Avit. Note sur l'Aquitanien des environs de — (Landes), par M. E. Fallot, LVII.

Saint-Bonnet-de-Mure. — Sur un sondage pratiqué à — (Isère), par M. Termier, VIII.

Saint-Chinian. A propos de la note de M. Depéret sur les plis tertiaires de —, par M. de Rouville, LXVIII.

Saint-Vallier-de-Thiey. Sur la géologie de la région de —, par M. Guébhard, CXI.

Sarmatien (*Etage*). Note sur la présence en Algérie des équivalents des — et pontien, par M. Welsch, LVIII.

SAYN. Sur la faune d'Ammonites pyriteuses du Barrêmien de Noyers-sur-Jabron, CXLV. — (et DEPÉRET). Sur l'Oligocène du ravin du Vanson, près St-Geniez, CXXXV et 827. — Observations, CXXXVI. — Id., CXL. — Id., CXLII. Id., 830, 843, 844, 855. — Sur la faune des marnes valanginiennes à fossiles pyriteux du sud-est de la France, CXXXVII et 832.

Secondaire. Description de la formation — et tertiaire d'Amélie-les-Bains, par M. J. Roussel, XXV.

Sédimentaires (*Terrains*). Note sur la nouvelle nomenclature des —, par M. Kilian, XXX. — Observations à propos de la note sur la nomenclature des —, par MM. Munier-Chalmas et de Lapparent, par M. Depéret, XXXIII.

Serraval. Sur le synclinal de — et la montagne de Sulens, par MM. Haug et Lugeon, XXVI.

Siliqua. Sur le massif volcanique de — (Sardaigne méridionale), par M. Bertolio, 437.

Simiane. Compte-rendu de l'excursion du 21 septembre à — et à Carniol, par M. Kilian, 847.

Sisteron (Basses-Alpes). Note sur la structure de la Montagne de Lure et des environs de —, par M. Kilian, 642. — Note stratigraphique sur les environs de — et contributions à la connaissance des bassins secondaires du sud-est de la France, par M. Kilian, 659.

Suisse. Sur les hautes chaînes calcaires de la —, par M. Haug, CXI.

Sulens. Sur le synclinal de Serraval et la Montagne de —, par MM. Haug et Lugeon, XXVI.

Stuart-Menteath. Sur la vallée d'Ossau et la vallée d'Aspe, CVIII. — Sur la carte géologique des Pyrénées, CLXVI.

T

TARDY. Sur les stations de l'homme quaternaire dans le Jura méridional, CXXVI. — Fin du Quaternaire, 556.

TERMIER. Sur un sondage pratiqué à Saint-Bonnet-de-Mure (Isère), VIII. — (et P. LORY). Sur les deux roches éruptives récemment découvertes dans le massif de Chaillol (Hautes-Alpes), LXXV. — Observations, CC. — Sur des lambeaux de terrains cristallins d'âge probablement tertiaires, dans les Alpes briançonnaises, 202. — (et KILIAN). Sur quelques nouveaux gisements de roches éruptives dans les Alpes françaises, XCIX et 395. — Eloge d'Ernest Mallard, 179.— Sur la structure des grès de Fontainebleau, 344. — Sur les terrains cristallins d'âge probablement tertiaire des montagnes de l'Eychauda, de Serre-Chevalier et de Prorel, près du bord oriental du massif du Pelvoux, 572.

Terrasse. Sur les silex de la basse — de la Saône à Villefranche, par M. Depéret, CLXXIX. — Observations de M. Boule, CLXXIX. — Sur l'âge de la — quaternaire, par M. Depéret, CXC. — Observations de M. Boule, CXCII.

Tertiaire. Structure géologique de la lisière — du Jura aux environs d'Ambérieu (Ain), par M. Boistel, VI. — Description de la formation secondaire et — d'Amélie-les-Bains, par M. J. Roussel, XXV. — A propos de la note de M. Depéret sur les plis —s de St-Chinian, par M. de Rouville, LXVIII. — Sur le rôle de la vallée de la Durance dans la région de Digne-Sisteron comme bassin d'affaissement aux diverses époques du —, par M. Depéret, CXLV. — Sur des lambeaux de terrains cristallins d'âge probablement — dans les Alpes briançonnaises, par M. Termier, CCII. — Sur les couches —s de Châteauredon (Basses-Alpes), par MM. Depéret et Douxami, 874.

THEVENIN. Présentation de plusieurs brochures au nom de M. Boule, CLXIII. — Présentation de notes de M. Blayac, CLXXXIII.

THOMAS (Ph.). Observations, CLXXIV.

TORCAPEL. Sur l'Urgonien de la Montagnette, près Tarascon (Bouches-du-Rhône), 155.

TOUCAS. Sur le Crétacé supérieur des Corbières, du Beausset et de l'Ariège, LXI.

Toulon. Le Bathonien des environs de — et ses échinides. Description d'un nouveau genre *Heteropedina*, par M. Michalet, XXII et 50.

Toulouse. Observations sur les alluvions de la Garonne dans la région de —, par M. Harlé, 490.

Traveyannaz. A propos du grès de —, par MM. Duparc et Ritter, LXXXVII.

Trilobite. Note sur une forme géante de — (*Uralichas Riberoi*), par M. Œhlert, CLXV.

Trinucleus. Sur les — de l'ouest de la France, par M. Œhlert, LXVI et 299.

Tufs. Communication préliminaire sur les — de la Celle-sous-Moret, par M. Munier-Chalmas, LXXXIX.

U

Unio. Sur un nouveau gisement d'—s plissés dans l'étage pontique (Miocène supérieur) du Sud-Est, par M. Kilian, LXXXI.

Uralichas Riberoi. Note sur une forme géante de Trilobite (—), par M Œhlert, CLXL.

Urgonien. Note sur quelques Chamidés nouveaux de l'—, par M. V. Paquier, XLIX. — Observations sur l'— de Châteauneuf-du-Rhône, par M. Paquier, CXXXVIII. — Sur l'— de la Montagnette près Tarascon (Bouches-du-Rhône, par M. Torcapel, 155.

Uzès. Note sur les phosphorites quaternaires de la région d'—, par M. Depéret, CLIII.

V

Valanginiennes (Marnes). Faune des à *Hoplites Roubaudi*, par M. Sayn, CXXXVII.

Valbelle. Excursion à — et Noyers, par M. M. Kilian, CXXIII et 804.

Vanson (Le). Sur l'Oligocène du ravin du — près St-Géniez, par MM Depéret et Sayn, CXXXV.

VÉLAIN. Note sur le genre *Hochstetteria*, LXX.

Vergons. Sur la série néocomienne et le Jurassique à facies purement vaseux des environs de — et de Barrême, par M. Kilian, CLX.

Villefranche. Sur les silex de la basse terrasse de la Saône à —, par M. Depéret, CLXXIX. — Observation de M. Boule, CLXXIX. — Sur l'âge de la terrasse quaternaire de —, par M. Depéret, CXC. — Observation de M. Boule, CXCII.

Volcanique. Sur le massif — de Siliqua (Sardaigne méridionale), par M. Bertolis, 437.

W

WELSCH. Note sur la présence en Algérie des équivalents des étages sarmatien et pontien, LVIII. — Observations à propos du mémoire de M. Glangeaud sur le Lias et le Jurassique moyen en bordure à l'ouest du Plateau Central, LXXIX et XCIX. — Note sur la présence de la zone à *Ammonites opalinus* et de la zone à *Ammonites Murchisonæ* dans le détroit poitevin, CXXI. — Etude sur les subdivisions du Miocène de l'Algérie, 271.

Z

ZEILLER. Note sur la flore des gisements houillers de la Rhune et d'Ibantelly (Basses-Pyrénées), CLXIV et 482. — Note sur la flore des gisements houillers de Rio Grande do Sul (Brésil méridional), CXCVII et 601.

ZÜRCHER. Sur le pli de Cousson-Courbons, CXXXV. — Allocution, CXLIX et 802. — Observations, CLIII. — Présentation de fossiles recueillis aux environs de Barrême, par M. Bonnier, CLIV. — Remerciements, CLIV. — Observations, CLIX. — Id., CLX. — Id., 833, 856, 899, 900, 901, 950, 951. — Sur la structure des environs de Chabrières, CLIV. — Compte-rendu de la course du 23 septembre de Digne à Barrême, CLI et 866. — Compte-rendu de l'excursion à la Jaby, CLVI. — Sur la tectonique de la région de Castellane, CLVII. — (et KILIAN). Communication sur les environs d'Escragnolles, CLXI. — Compte-rendu de la course de Barrême à Blieux et à Castellane, 902. — Compte-rendu de la course de Castellane à la Palud-de-Moustiers, 917. — Comptes-rendus des courses de Castellane à la Jaby et de Castellane à Saint-André, 931. — Notes sur la structure de divers points de la région de Castellane, 938. — (KILIAN et GUÉBHARD). Notice sur la région d'Escragnolles (Alpes-Maritimes), 952. — Note sur les environs de Chabrières, 982.

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES ET DES AUTEURS

TABLE DES GENRES ET DES ESPÈCES

DÉCRITS, FIGURÉS, DISCUTÉS ET DÉNOMMÉS A NOUVEAU ET DES SYNONYMIES INDIQUÉES DANS CE VOLUME

Heteropedina n. g. Michalet, p. 71-73.

» *Moteti* n. sp. Michalet, p. 73-75, fig. 1-5.

Trinucleus Bureaui n. sp. Œhlert, p. 300-306, Pl. I-II, fig. 1-24. — *Syn.* Trinucleus ornatus Bureau, non Sternb. Assoc. Franç. Avanc. Sciences. Congrès de La Rochelle, p. 300.

» *Grenieri* Bergeron, p. 306-307, Pl. II, fig. 33.

» *Pongerardi* Rouault, p. 307-310, Pl. II, fig. 25-32.

Calymenopsis Filacovi nov. subg. Munier-Chalmas et Bergeron, p. 465-469, Pl. IV, fig. 1-3.

Dictyocephalites Villebruni n. g. n. sp. Bergeron, p. 469-471, Pl. IV, fig. 4-5.

Amphion Escoti n. sp. Bergeron, p. 472-473, Pl. IV, fig. 6-8.

Dicellocephalus ? Villebruni n. sp. Bergeron, p. 473-475, Pl. V, fig. 1-2.

Hypostome n. sp. Bergeron, p. 475, Pl. IV, fig. 9-10.

Asaphelina Barroisi Mun.-Ch. et Bergeron, p. 475-476, Pl. V, fig. 3.

Ogygia Lignieresi n. sp. Bergeron, p. 476-477, Pl. V, fig. 4.

Æglina Sicardi n. sp. Bergeron, p. 478, Pl. V, fig. 6-8.

Æglina ? Savini n. sp. Bergeron, p. 479, Pl. V, fig. 9.

Equisetites spatulatus n. sp. Zeiller, p. 486-489, Pl. VI, fig. 1-3.

Lepidodendron Pedroanum Carruthers (sp.), p. 607-612, Pl. VIII, fig. 1-4.

Lepidophloios laricinus Sternberg, p. 612-613, Pl. IX, fig. 1-3.

Dadoxylon Pedroi n. sp. Zeiller, p. 619-627, Pl. IX, fig. 4.

Gangamopteris cyclopteroides var. *attenuata* Feistmantel, p. 615, Pl. X, fig. 1-3.

Unio jordanorum Fontannes, p. 881.

Unio Favrei Locard, p. 881.

Cyrenea Mermieri n. sp. Depéret, p. 882.

FIN DE LA TABLE DES GENRES ET DES ESPÈCES

LISTE DES FIGURES

INTERCALÉES DANS LE TEXTE

Pages

DOUVILLÉ. — Echantillon de *Pseudonerinea* CLXXII

ARCTOWSKI. — Fig. 1. Courbe hypsométrique des pentes de la vallée du Hoyou, petit confluent de la Meuse. 5

Fig. 2. Série de coupes hypsométriques transversales de la vallée du Hoyou, depuis la source jusqu'à l'embouchure de cette rivière 5

Fig. 3. Coupes hypsométriques de la vallée de l'Ourte . . . 5

Fig. 4. Schéma. 8

Fig. 5. Schéma. 9

Ph. GLANGEAUD. — Fig. 1. Allure des grès rhétiens dans la carrière de la Folie, près de Thiviers (Dordogne) 11

Fig. 2. Coupe des environs de Turenne (Lot) 19

Fig. 3. Coupe du Bajocien des environs de Chasseneuil (Charente) 38

Fig. 4. Coupe du Lias et du Bajocien à Varaignes. 37

Fig. 5. Allure schématique des couches aux environs de Montalembert (Deux-Sèvres). 42

E. HARLÉ. — Fig. 1 et fig. 2. Prémolaire d'Hyène rayée. 46

Fig. 3 et fig. 4. Portion de mâchoire supérieure et carnassière d'Hyène rayée. 47

MICHALET. — Fig. 1. *Heteropedina Moteti.* Vu en dessous (grandeur naturelle). 74

Fig. 2. Id. Vu sur la face inférieure (grandeur naturelle) . . 74

Fig. 3. Id. Aire ambulacraire grossie (grandi une fois 1/2) . 74

Fig. 4. Id. Aire interambulacraire grossie (Id.) . 74

Fig. 5. Id. Détail d'un tubercule de la face inférieure (grandi 3 fois). 74

NOLAN. — Fig. 1. Minorque. Echelle de 1/5000. 77

Fig. 2. Coupe d'Alpotzá au Grao 78

Fig. 3. Extrémité nord de l'anticlinal central. Echelle 1/200.000 79

Fig. 4. Majorque. Echelle de 1/800.000. 81

Fig. 5. Coupe de Tuent à Lloseta. Echelle des longueurs 1/400.000 ; Echelle des hauteurs 1/45.000 82

Fig. 6. Iviza et Formentera. Echelle de 1/500.000. 87

ROUSSEL. — Coupe dans les vallées de Torgan et Verdouble 94

F. BERNARD. — Fig. 1. *Modiolarca fuegensis* (actuel. Cap Horn). Disso-conque embryonnaire encore contenue entre les valves de la mère (0,55 mill.). 108

Fig. 2. Relations entre la croissance du ligament et la rotation des crochets. 1. *Cythera Chione;* 2. *Donax.* 110

Fig. 3. Charnière de la valve gauche d'*Isocardia cor*, vue par la face dorsale. 112
Fig. 4. Développement de *Lucina neglecta* (Miocène de Dax). 115
Fig. 5. *Cyrena Gravesii* Suessonien, 1,5 mill. Le ligament est déjà externe et bordé par une nymphe 116
Fig. 6. Schéma indiquant la disposition théorique des dents de la charnière, dans le cas de 6 lamelles, en supposant les lames encore indivises. 118
Fig. 7. *Astarte compressa* (actuel) Hammerfest (0,8 mill.). . 120
Fig. 8. Stade peu avancé de *Crassatella lamellosa* et autres espèces (0,07 mill.) 121
Fig. 9. *Cardita imbricataria* (0,8 mill.). Commencement du développement de la nymphe ligamentaire N. . 122
Fig. 10. *Sphœrium corneum* (1,5 mill.). La nymphe ligamentaire commence à se développer 124
Fig. 11. comparaison du *Velorita* (A) à ligament externe, avec *Rangia* (B) à ligament interne 125
Fig. 12. Développement de *Cytherea Deshayesiana* (Miocène de Dax). 127
Fig. 13. *Tapes decussata*, 1,2 mill. (Saint-Vaast). 128
Fig. 14. *Cyprina islandica* (Hammerfest). 6 mill. 129
Fig. 15. *Pygocardia tumida* (Pliocène d'Anvers), adulte. (Réduit) 130
Fig. 16. *Cyprina (?) minima* (actuel). 8 mill. 131
Fig. 17. 1, *Cypricardia angulata* (actuel); 2, *Coralliophaga coralliophaga* (actuel) 132
Fig. 18. *Isocardia Lamarchi* (actuel) 133
Fig. 19. *Modiolarca pusilla* (Cap Horn). A, stade de 0,8 mill.; B, stade de 1,2 mill. 134
Fig. 20. Développement de *Lasœa rubra* (Cap Horn) 137
Fig. 21. Développement de *Lutetia* sp. (Miocène de Dax) . . 139
Fig. 22. *Chama lazarus* (actuel). 140
Fig, 23. Développement de *Mactra solida* (actuel) 142
Fig. 24. *Mesodesma* (*Ceronia*) *donacia* (actuel). 146
Fig. 25. *Paphia trigonia* (actuel). Valve gauche grossie. . . 147
Fig. 26. Valve gauche de jeune *Corbula carinata* (Miocène de Dax), vue par la face dorsale du plateau 148
Fig. 27. *Corbula gallica* (Lutétien), vue par la face dorsale du plateau 148
Fig. 28. *Cardita semisulcata* (Japon) 150

TORCAPEL. — Fig. 1. Coupe à l'extrémité sud de la Montagnette. 156
Fig. 2. Coupe de Boulbon à Frigolet. 158

REPELIN. — Fig. 1. Coupe de l'Oued el Beida 161
Fig. 2. Coupe des chaînons de S. A. E. K. et de Rokba el Athba. Echelle de 1/20.000. 162
Fig. 3. Coupe hypothétique de l'Ouarsenis avant le dépôt de l'Aptien. 163
Fig. 4. Coupe du Grand Pic et de Belkairet. Echelle de 1/50.000. 164
Fig. 5. Schéma des axes de plissements. 164
Fig. 6. Coupe du côté ouest de l'Ouarsenis. 165

	Fig. 7. Croquis-carte du plan de la mine de l'Ouarsenis au 1/30.000	166
Œhlert. —	Fig. *a. b, c. d.* Sections transversales d'une pointe génale de *Trinucleus Pongerardi*	309
	Fig. *e. Chasmops anchiops* Green	313
	Fig. *f. Hausmannia pleuroptyx* Green	313
	Fig. *g. Corycephalus dentatus* Barrett	314
	Fig. *h. Corycephalus regalis* Green	314
	Fig. *i. Odontocephalus Ægeria* Hall	314
	Fig. *j.* Coupe transversale d'un moule externe du limbe de *Trinucleus Bureaui.* Fros. 3/1	316
	Fig. *k.* Section transversale du limbe de *Trinucleus Bureaui.* Gros. 12/1	317
	Fig. *l.* Section oblique du limbe de *Trinucleus Bureaui.* Gros. 8/1	317
	Fig. *m, n.* Têtes de jeune *Trinucleus concentricus* Eaton. Gros. 30/1, d'après Beecher	320
	Fig. *o.* Section traversant l'œil et les parties adjacentes de *Phacops rana.* Gros. 13/1, d'après Clarke	322
	Fig. *p.* Trois lentilles de la coupe précédente plus grossies. Gros. 21/1, d'après Clarke	322
	Fig. *q.* Une lentille très grossie enchâssée dans la scléra	323
De Riaz. —	Coupe schématique de Carisieu à Sermérieu	367
Kilian et Termier. —	Fig. 1. Coupe des bords du Guil (Château-Queyras)	401
	Fig. 2. Coupe de Réotier	405
	Fig. 3. Coupe du Plan-de-Phazy	407
	Fig. 4. Coupe du vallon de Mary	409
Bertolio. —	Fig. 1. Environs de Siliqua, échelle 1/250.000	439
	Fig. 2. Coupe de la colline de Gioiosa Guardia d'après La Marmora	458
Harlé. —	Fig. 1. Chemin de fer de Toulouse à Auch. Profil du terrain à la traversée de la vallée de la Garonne à Toulouse. Echelles : longueurs 1/300.000, hauteurs 1/6.000	493
	Fig. 2. Coupe de la Garonne et de ses berges. Echelle 1/4.000.	502
Laville. —	Coupe prise dans la sablière de Cergy, en mai et en juin 1895.	505
E. Fournier. —	Fig. 1 à xxx. Coupes et schémas	509
Arctowski. —	Fig. Carte	589
Brive. —	Fig. 1. Coupe à travers les Beni Rached	593
	Fig. 2. Coupe à travers les Medjadja	594
	Fig. 3. Coupe du Djebel Dahres Sedra	594
	Fig. 4. Coupe suivant la rivière du Chélif	595
	Fig. 5. Coupe du Condiat el Bioid	596
	Fig. 6. Coupe le long de l'Oued Temda	597
	Fig. 7. Coupe du Djebel Diss	598
	Fig. 8. Coupe du plateau de Ouillis	598
Zeiller. —	Fig. 1. Carte des bassins houillers du Brésil méridional	603
	Fig. 2. Macrospores. Gross. 8 diam.	610
	Fig. 3. Microspores. Gross. 160 diam.	611
	Fig. 4 et 5. Spores. Gross. 160 diam.	611
	Fig. 6. Spores. Gross. 160 diam.	612

Fig. 7. Grain de pollen. Gross. 160 diam. 612
Fig. 8. *Dadoxylon Pedroi* n. sp. Coupe transversale montrant dans la moelle un groupe de canaux sécréteurs *S*. Gross. 40 diam.. 620
Fig. 9. *Dadoxylon Pedroi* n. sp. Coupe radiale. Gr. 40 diam. 621
Fig. 10. *Dadoxylon Pedroi* n. sp. Coupe longitudinale passant par un groupe de canaux sécréteurs. Gr. 40 diam. 621
Fig. 11. *Dadoxylon Pedroi* n. sp. Coupe transversale. Gross. 40 diam. 622
Fig. 12. *Dadoxylon Pedroi* n. sp. Coupe radiale. Gr. 200 d. 622
Fig. 13 et 14. *Dadoxylon Pedroi* n. sp. Trachéides à ponctuations aréolées (coupes radiales). Gross. 200 diam. 623
Fig. 15. Coupe tangentielle à l'origine des lames ligneuses. Gross. 40 diam.. 624
Fig. 16. Coupe tangentielle dans le bois. Gross. 40 diam. . . 624
Fig. 17. *Dadoxylon Pedroi* n. sp. Coupe radiale suivant un rayon médullaire. Gross. 200 diam. 625
Fig. 18. Bactéries dans les cellules d'un rayon médullaire de *Dadoxylon Pedroi*. Gross. 630 diam.. 625
Fig. 19. *Dadoxylon Pedroi* n. sp. Coupe radiale passant par une des protubérances de la moelle. Gr. 15,3 diam. 626

KILIAN. — Fig. 1. Schéma des principales dislocations de la région de Lure 647
Fig. 2. Coupe transversale de Lure entre Cruis et Ribiers . 648
Fig. 3. Coupe transversale de l'extrémité orientale de Lure. 650
Fig. 4. Coupe du versant méridional de Lure 652
Fig. 5. Schéma représentant les rapports des diverses assises du Crétacé inférieur de la Montagne de Lure, ainsi que leurs variations d'épaisseur 794

ID. Fig. 1. Anticlinal de l'Ermitage au sud de Valbelle 809

ID. Fig. 1. Coupe transversale du bassin de Chardavon 819
Fig. 2. Coupe de l'escarpement situé au sud-ouest de Saint-Geniez, entre Chardavon et Lestachon 820
Fig. 3. Coupe entre Saint-Geniez et la Montagne du Trénom (Chevauchement de la zone du Gapençais sur l'extrémité du système de Lure) 823

DEPÉRET et SAYN. — Fig. 1. Coupe du ravin du Vanson, près Saint-Geniez (Basses-Alpes) 828

KILIAN. — Fig. 1. Coupe du champ de fractures de Banon, entre les Valettes et Montsalier, par le Largue. 841
Fig. 2. Coupe montrant les failles des environs N.-E. de Banon 842

ID. Fig. 1. Coupe de Simiane à Piparoux 853

DEPÉRET. — Fig. 1. *Unio jordanorum* 881
Fig. 2. *Unio Favrei* 881
Fig. 3. *Cyrenea Mermieri* n. sp. 882

KILIAN. — Fig. 1. Coupe de Barrême au col Saint-Jacques 886
Fig. 2. Coupe relevée aux environs de Vergons 889

ZÜRCHER. — Fig. 1. Coupe 920

ID. Fig. 1. Coupe 932

Zürcher. — Fig. 1. Coupe 942
Fig. 2. Schéma 944
Fig. 3. Schéma 947
Kilian et Zurcher. — Fig. 1. Coupe relevée près de l'Aubarède 960
Fig. 2. Coupe du ravin de Saint-Martin. 963
Fig. 3. Coupe du Synclinal Clars-Saint-Martin. . . . 964
Kilian et Leenhardt. — Fig. 1. Apex grossi six fois d'un *Toxaster* cf. *neocomensis* du Néocomien des environs de Moustiers . . 979

FIN DE LA LISTE DES FIGURES

LISTE DES PLANCHES

Pl. I. — Œhlert. — Fig. 1 à 15. *Trinucleus Bureaui*, n. sp. — Fig. 1. Céphalothorax légèrement décortiqué, mais ayant encore la majeure partie de son test; la pointe occipitale brisée n'est représentée que par son moule externe; gr. nat. — Fig. 2. Céphalothorax d'un individu de grande taille, d'après un surmoulage en plâtre pris sur un moule externe dorsal; gr. nat. — Fig. 3. Céphalothorax d'un autre individu; gr. nat. — Fig. 4. Céphalothorax chez lequel le limbe est brisé, et où l'on voit la pointe occipitale intacte; gr. nat. — Fig. 5. Très bel échantillon au point de vue de la conservation du test sur le limbe et sur la joue droite; on voit nettement sur celle-ci de fins scrobicules de grandeur inégale; gr. 4/1. — Fig. 6. Profil du même individu pour montrer le relief de la glabelle. — Fig. 7. Moule interne d'un échantillon pourvu d'une partie de son thorax et montrant sur la joue droite les deux nervures obliques qui la traversent en convergeant vers le sillon dorsal; gr. nat. — Fig. 8. Echantillon montrant la disposition et la longueur des pointes génales; gr. nat. — Fig. 9. Echantillon ayant conservé une partie de son thorax et de son pygidium; gr. nat. — Fig. 10 à 15. Divers échantillons pour montrer le contour du limbe et la place de la suture; celle-ci est particulièrement visible dans les fig. 12 et 15; gr. nat.: 11 et 15 un peu grossis.

Pl. II. — Fig. 16 à 24. *Trinucleus Bureaui*, n. sp. — Fig. 16. Céphalothorax d'un individu de petite taille; gr. 3/1. — Fig. 17. Le même; gr. nat. — Fig. 18. Individu de petite taille; gr. nat. — Fig. 19. Le même; gros. 3/1. — Fig. 20. Céphalothorax d'un jeune individu pourvu de ses longues pointes génales; gros. 3/1. — Fig. 21. Echantillon de petite taille; gr. nat. — Fig. 22. Individu replié sur lui-même montrant le moule externe du limbe, quelques anneaux du thorax et le pygidium; gr. nat. — Fig. 23, 24. Pygidiums grossis 2 fois. — Fig. 25 à 32. *Trinucleus Pongerardi* Rouault. Divers échantillons ou fragments montrant le contour arrondi du limbe et les divers modes de bifurcation des pointes génales, Riadan, gr. nat. — Fig. 33. *Trinucleus Grenieri* Bergeron, d'après un moulage. Type de l'espèce; gr. 2/1.

Pl. III. — Bertolio. — I. Trachyte-andésite à grands cristaux d'orthose du dyke d'Acqua Fredda avec formations sphérolitiques; gr.: 100 d. (lumière polarisée). — II. Trachyte-andésite du dyke d'Acqua Fredda, roche normale; gr.: 40 d. (lumière polarisée). — III. Trachyte-andésite du dyke d'Acqua Fredda au contact de l'enclave; gr.: 60 d. (lumière naturelle). — IV. Dacite de Monte Tujoni; gr.: 40 d. (lumière polarisée). — V. Porphyrite de

Gioiosa Guardia ; gr. (en lumière naturelle). — VI. Porphyre de Monte Baccas (passage à la microgranulite) ; gr. : 60 d. (lumière naturelle).

Pl. IV. — BERGERON. — *Calymenopsis Filacovi* Mun.-Ch. et J. Berg., n. subg. Fig. 1. Céphalothorax. Grandeur naturelle. Collection Villebrun. — Fig. 2. Moulage donnant le détail de la glabelle et la disposition des cavités le long du bourrelet antérieur. Grandeur naturelle. Collection de la Sorbonne. — Fig. 3. Exemplaire jeune, un peu grossi. Collection Villebrun. — *Dictyocephalites Villebruni* n. g. n. sp. — Fig. 4. Exemplaire complet. Grandeur naturelle. Collection Villebrun. — Fig. 5. Céphalothorax et premiers anneaux de l'abdomen de l'exemplaire précédent. Grossissement : 1,6. — *Amphion Escoti* n. sp. — Fig. 6. Exemplaire complet mais écrasé. Grandeur naturelle, Loc. Cabrières. Collection de la Sorbonne. — Fig. 7. Céphalothorax et Pygidium. Grandeur naturelle. Loc. Cabrières. Collection de la Sorbonne. — Fig. 8. Moulage d'un Pygidium. Grandeur naturelle. Loc. Cabrières. L'empreinte appartient à la collection de l'Ecole des Mines. — *Hypostome* n. sp. — Fig. 9. Hypostome. Exemplaire montrant la forme du bord inférieur. Grandeur naturelle. Loc. Environs de St-Chinian. Collection Villebrun. — Fig. 10. Hypostome. Même espèce. Exemplaire plus complet que le précédent. Grandeur naturelle. Loc. Environs de St-Chinian. Collection Villebrun.

Pl. V. — *Dicellocephalus ? Villebruni* n. sp. — Fig. 1. Céphalothorax et empreinte du Pygidium. Grandeur naturelle. Loc. Environs de St-Chinian. Collection Villebrun. — Fig. 2. Pygidium. Grandeur naturelle. Loc. Environs de St-Chinian. Collection Villebrun. — *Asaphelina Barroisi* Mun.-Ch. et J. Berg. — Fig. 3. Céphalothorax. Grandeur naturelle. Loc. Environs de St-Chinian. Collection Villebrun. — *Ogygia Lignieresi* n. sp. — Fig. 4. Exemplaire complet. Grandeur naturelle. Loc. Environs de St-Chinian. Collection Villebrun. — *Æglina Sicardi* n. sp. — Fig. 5. Céphalothorax réduit à la glabelle et aux lobes palpébraux. Grandeur naturelle. Loc. Environs de Ferrals. Collection Filachou à la Sorbonne. — Fig. 6. Partie d'un bloc renfermant plusieurs exemplaires de Céphalothorax, un Hypostome et plusieurs Pygidiums. Grandeur naturelle. Loc. Brama. Collection Sicard. — Fig. 7. Pygidium appartenant très vraisemblablement à cette même espèce. Même échantillon. — Fig. 8. Hypostome appartenant très vraisemblablement à la même espèce. Même échantillon. — *Æglina ? Savina* n. sp. — Fig. 9. Fragment d'une glabelle ? Grandeur naturelle. Loc. Brama, Collection Sicard.

Pl. VI. — ZEILLER. — *Equisetites spatulatus* n. sp. — Fig. 1. Fragment de gaîne : Ibantelly (Basses-Pyrénées). Musée de Bayonne. — Fig. 2. Portion de gaîne. Provenance inconnue. Collection de l'Ecole supérieure des Mines. — Fig. 2 A. Portion du même échantillon, grossie un peu plus d'une fois et demie, montrant le sommet des feuilles. — Fig. 3. Fragment de gaîne. Vaulnaveys (Isère). Collection de l'Ecole supérieure des mines.

Pl. VII. — TERMIER. — Coupes dirigées ouest-est à travers le bord oriental du Pelvoux. Echelle de 1/40.000.

Pl. VIII. — ZEILLER. — Fig. 1 et 2. *Lepidodendron Pedroanum* Carruthers (sp). Empreintes de fragments de tiges ou de rameaux. Collection de l'Ecole supérieure des Mines. — Fig. 1 A et 2 A. Portions des mêmes échantillons, grossies un peu plus de deux fois (2,125/1).— Fig. 3. *Lepidodendron Pedroanum* Carruthers (sp.). Empreinte d'un fragment de tige ou de rameau. Collection de S. A. Madame la Comtesse d'Eu. — Fig. 4. *Lepidodendron Pedroanum* Carruthers (sp.). Fragment de tige ou de rameau dépouillé des couches les plus externes de son écorce. Collection du Musée d'histoire naturelle de Berlin. — Fig. 5 et 6. Feuilles détachées d'un Lépidodendrée ou d'une Sigillariée. Collections de l'Ecole supérieure des Mines. — Fig. 5 A. Portion de l'échantillon fig. 5, grossie trois fois. — Fig. 6 A. Portion de feuille de l'échantillon fig. 6, grossie cinq fois et demie (Tous ces échantillons viennent de la mine de l'Arroyo dos Ratos, près São Jeronymo).

Pl. IX — Fig. 1, *Lepidophloios laricinus* Sternberg. Empreinte d'un fragment d'écorce. Mine de l'Arroyo dos Ratos. Collection de l'Ecole supérieure des Mines. — Fig. 1 A. Portion de l'échantillon fig. 1, grossie environ deux fois (1,95/1). — Fig. 2 et 3. *Lepidophloios laricinus* Sternberg. Portions d'une même plaque de charbon portant l'empreinte d'un grand lambeau d'écorce. Mine de l'Arroyo dos Ratos. Collection de S. A. Madame la Comtesse d'Eu. — Fig. 2 A. Portion de l'échantillon fig. 2, grossie deux fois et quart. — Fig. 4. *Dadoxylon Pedroi* n. sp. Coupe transversale d'un fragment de tige ou de rameau silicifié. Versants de la vallée du Jaguarão. Collection de S. A. Madame la Comtesse d'Eu ; collections de l'Ecole supérieure des Mines.

Pl. X. — Fig. 1 et 2. *Gangamopteris cyclopteroides*, var. *attenuata* Feistmantel. Frondes presque complètes (Reproduction d'un dessin de M. E. Ohmann). Collections du Musée d'histoire naturelle de Berlin. — Fig. 3. *Gangamopteris cyclopteroides*, var. *attenuata* Feistmantel. Fragments de frondes. Collections du Musée d'histoire naturelle de Berlin (Echantillons rapportés par M. Alf. Hettner de la mine de l'Arroyo dos Ratos).

Pl. XI — KILIAN. — Tableau du Jurassique supérieur dans le sud-est de la France.

Pl. XII. — Tableau résumant les changements de facies du Crétacé supérieur dans le sud-est de la France.

Pl. XIII. — Carte des facies des étages valanginien et hauterivien dans le sud-est de la France.

Pl. XIV. — Carte des types fauniques de l'Aptien supérieur dans le sud-est de la France.

Pl. XV. — KILIAN et HOVELACQUE. — Fig. 1. Calcaire « urgonien » de Simiane. — Fig. 2. Calcaire de la Gourre, près Séderon.

Pl. XVI. — Kilian. — Vue du cirque de Vallebelle (naissance du pli-faille de Lure.

Pl. XVII. — Fig. 1. Faille transversale dans les calcaires du Jurassique supérieur, au Pas-de-l'Echelle, près St-Geniez.— Fig. 2. Vue du ravin du Vanson, bord de la zone du Gapençais refoulé sur les terrains tertiaires subalpins.

Pl. XVIII. — Fig. 1. Vue du village de Carniol (Basses-Alpes). Ravins dans les Marnes aptiennes. — Fig. 2. Grès susaptiens à stratification entrecroisée et « Miches », près Carniol.

Pl. XIX. — Vue des environs de Norante.

Pl. XX. — Coupe du terrain tertiaire par la route nationale n° 207, entre Barrême et Gevaudan (Basses-Alpes).

Pl. XXI. — Fig. 1. Schéma des plis aux environs de Chabrières.

Pl. XXII. — Fig. 1. Vue du flanc Nord du ravin de Malvoisin. Discordance de la mollasse rouge (Tongrien) sur les marnes priaboniennes et les couches détritiques qui les surmontent. — Fig. 2. Vue du flanc nord de la vallée de Verdon à l'Est de Rougon. Masse de recouvrement triasique et infraliasique avançant en apophyse dans un synclinal au substratum constitué par du Jurassique supérieur et du Néocomien.

Pl. XXIII. — Cluse du Verdon en aval de Rougon. Calcaire blanc coralligène du Jurassique supérieur.

Pl. XXIV. — Vue du Cirque de Chasteuil.

Pl. XXV. — Fig. 1. Vue du col de Taulanne. Jurassique supérieur à facies tithonique. — Fig. 2. Vue du Pont Julien. A gauche, Jurassique supérieur à facies tithonique. A droite, Berriasien superposé au Tithonique, petite faille d'affaissement. Au fond, Rocher de la Sambuque, piton qui domine Saint-André de Méouilles.

Pl. XXVI. — Carte des plis de la région de Castellane.

Pl. XXVII. — Fig. 1. Coupe d'Andon à la Siagne en passant par Escargnolles. — Fig. 2. Coupe perpendiculaire à la précédente.

FIN DE LA LISTE DES PLANCHES

DATE DE PUBLICATION

DES FASCICULES QUI COMPOSENT CE VOLUME

Fascicule 1 — (feuilles 1-4), mars 1895.
— 2 — (— 5-9), mai 1895.
— 3 — (— 10-13), juin 1895.
— 4 — (— 14-18), juin 1895.
— 5 — (— 19-23, Pl. I-II), juillet 1895.
— 6 — (— 24-29, Pl. III), août 1895.
— 7 — (— 30-34, Pl. IV-VI), décembre 1895.
— 8 — (— 35-40, Pl. VII-X), février 1896.
— 9 — (— 41-55, Pl. XI-XVII), septembre 1896.
— 10 — (— 55-65, Pl. XVIII-XXVII), novembre 1896.

ERRATA DU TOME XXIII

Pages	Lignes	*lire*	*au lieu de*
XLVIII	33	Perrier	Périer
XLIX	9 et 12	Id.	Id.
XLIX	3	ses études	ces études
XCI	16	Umgebuug	Umgelring
C	dernière	J'affirme que dans ma région le Bajocien fossilifère ne repose pas sur le Toarcien	J'affirme que le Bajocien fossilifère n'y repose pas sur le Toarcien.
CLXIII	27	Isakondry.	Nakondry
551	6	*Turritella Desmarestina*	*Desmarestina*

551 Les 15 dernières lignes de la 2e colonne doivent être reportées à la page 552, 2e colonne, avant les 11 dernières lignes (de *gibberosa* à XIV, 3).

552 Les 37 premières lignes de la 1re colonne (de *Lacuna* à Grat. VI, 3, d'Orb.) doivent suivre les 15 premières lignes précédentes.

Les 13 dernières lignes (de *Burdigalina* à *Striatella*) faisant suite à *Eulima* de la page 551 et suivies des 40 premières lignes de la 2e colonne.

Page 637, ligne 31 (d'en haut), lire : *Malemoisson*, au lieu de : *Malmemoisson*.

» 643, ligne 11 (d'en haut), lire : *et les collines de la basse Durance*, au lieu de : *et de la basse Durance.*

» 655, ligne 11, lire : zone *du* Gapençais, au lieu de : zone *de* Gapençais.

» » ligne 21, lire : **zone du Gapençais** au lieu de : zone *de* Gapençais.

» 656, (note (3)), lire : *entre* eux, au lieu de : *contre* eux.

» 658, ligne 5, lire : *étendus*, au lieu de : *étendu.*

» 659, ligne 1, lire : *séance du 18 septembre*, au lieu de : *séance du 19 septembre.*

» 667, ligne 4, à supprimer : *1)*.

» 669, ligne 18, lire : *d'un mouvement d'affaissement*, au lieu de : *un mouvement d'un affaissement.*

Page 670, lignes 17-18, lire : *Savournon), etc.*, au lieu de : *Savournon, etc.*
» » ligne 23, lire : *Zignoi*, au lieu de : *Zignodi.*
» 671, renvoi (2), ligne 3, lire : *Rémuzat*, au lieu de : *Rémutat.*
» 672, ligne 22, lire : (*Phyll. tortisulcatum, etc.*), au lieu de : *Phyll. tortisulcatum, etc.*).
» 673, ligne 33, lire : *polyplocus*, au lieu de : *polyplocas.*
» 674, ligne 22, lire : *Col* de Cabre, au lieu de : *Coll.* de Cabre.
» 677, renvoi (1), ligne 2, lire : *séries*, au lieu de: *serres.*
» » ligne 21, lire : *représentées*, au lieu de : *représentés.*
» 678, ligne 4, lire : *remises*, au lieu de : *remis.*
» 679, ligne 13, lire : *appelée*, au lieu de : *appelé.*
» » ligne 24, lire : *Kilian*, au lieu de : *Kiian.*
» 680, lignes 4-5, lire : *la Boissière*, au lieu de : *la Boissières.*
» 681, ligne 33 (droite), lire : *Stasyczii*, au lieu de : *Stasyiczii.*
» 684, **tout le bas de la page, à partir de la ligne 18, et les 8 premières lignes de la p. 685 appartiennent à la note (3) de la p. 683.**
» » ligne 20, lire : *recueillie*, au lieu de : *recueille.*
» 692, ligne 4, lire : *aplaties dans*, au lieu de : *dans aplaties.*
» » ligne 35, lire : *cariés*, au lieu de : *carrés.*
» 694, ligne 5, lire : *Cabra*, au lieu de : *Cabrac.*
» 697, ligne 25, lire : *Ph. Calypso*, au lieu de : *Th. Caclypso.*
» 698, ligne 9, lire : *Vivarais*, au lieu de : *Nivarais.*
» » ligne 5 (d'en bas), lire : *argovien*, au lieu de : *argonien.*
» 701, ligne 12 (d'en haut), lire : *Leenhardt*, au lieu de : *Leedhard.*
» » ligne 32, lire : *Réun.*, au lieu de : *Réud.*
» 705, ligne 1, lire : *Berriasien*, au lieu de : *Berriasiem.*
» 707, ligne 23, lire : *Lima Liourii*, au lieu de : *Limae Lirouii.*
» 708, ligne 6, lire : *diphyoides*, au lieu de : *dephyoides.*
» 709, renvoi (1), ligne 12, lire : *Holcost.*, au lieu de : *Holcast.*
» » » » 15, » *triangulus*, » *lriangulus.*
» » » » 32, » *Hoplites*, » *Hopiltes.*
» 710, ligne 23, lire : *abondante*), *etc.*, au lieu de : *abondante, etc.*).
» 711, ligne 10, lire : *macilentus*, au lieu de : *macilcatus.*
» 719, ligne 11, lire : *au-dessous*, au lieu de : *au-dessus.*
» 725, ligne 1, lire : *du Salève*, au lieu de : *de Salève.*
» » ligne 7, lire : *il vient pousser*, au lieu de : *vient pousser.*
» 736, ligne 33, lire : *lui a*, au lieu de : *lui en a.*
» 741, renvoi (1), ligne 1, lire : *Angles*, au lieu de : *Ongles.*
» 743, dernière ligne, 2e col., *Rœmeri*, au lieu de : *Reomeri.*
» 746, ligne 2, lire : *Hauterivien* (*1*)), *et*, au lieu de : *Hauterivien* (*1*), *et.*
» » ligne 3, lire : *importance*), au lieu de : *importance.*

Page 749, ligne 14, lire : *de Desm.*, au lieu de : *des Desm.*

» 754, ligne 22, lire : *Stoliczkaia*, au lieu de : *Stolczkia.*

» 765, ligne 20, lire : *sommet*), au lieu de : *sommet.*

» 795, ligne 8, lire : *de St-André*, au lieu de : *St-André.*

» 796, ligne 24, lire : *cristatus d'Orb. sp.*, au lieu de : *cristatus d'Orb.*

» 797, ligne 15, lire : *trouvent*, au lieu de : *trouve.*

» 812, renvoi (1), ligne 8, lire : *Amphibolite*, au lieu de : *Amphibolites.*

» 819, ligne 4 (d'en bas), lire : *zone du Gapençais*, au lieu de : *zone de Gapençais.*

» 843, ligne 8 (d'en haut), lire : *gauche*, au lieu de : *droite.*

» 849, ligne 8, lire : *imprégnés*, au lieu de : *imprégrés.*

» 851, ligne 9, lire : *Pecten* (*Janira*) *Deshayesi Math. sp.*, au lieu de : *Pecten Janira* (*Deshayesi*) *Math.*

» 854, ligne 5, lire : *vertébrés*, au lieu de : *vertèbres.*

» » ligne 6 (d'en bas), lire : *cités*, au lieu de : *citées.*

» » ligne 2 (d'en bas), lire : *Kilian* (*B. S. G. F.*, au lieu de : *Kilian B. S. G. F.*

Planche XV, fig. 2, sur la gauche, en haut, ajouter : *a.*

» XI, 2e colonne, ligne 14 (d'en haut), lire : *gravesiforme*, au lieu de : *gravesiformis.*

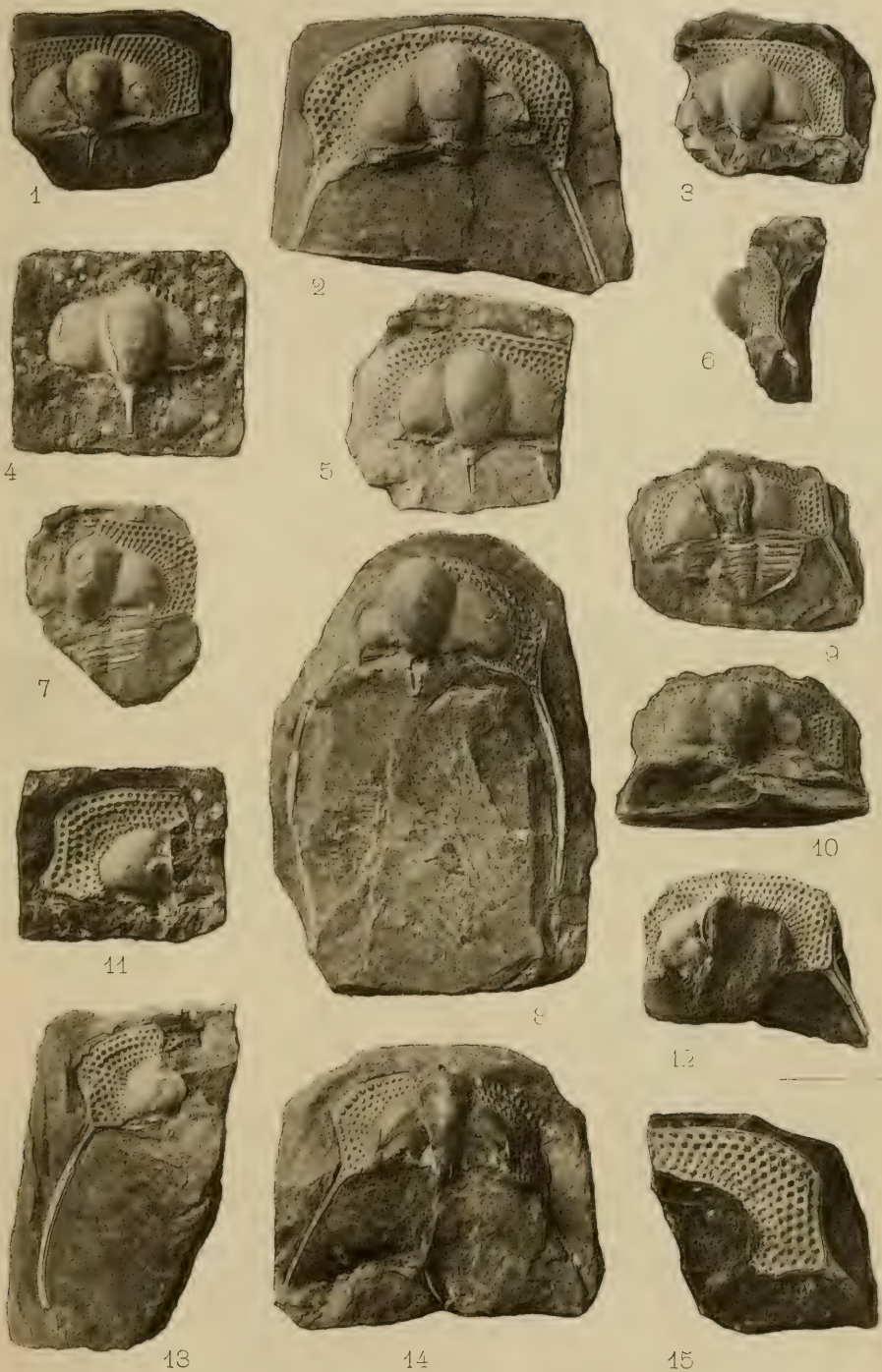
Sur la couverte du 1er fasc. de la Réun. extr., à la ligne 11 (d'en haut) lire : des *terrains* secondaires, au lieu de : des *bassins* secondaires.

LILLE. — IMP. LE BIGOT FRÈRES.

Note de M. D.-P. Œhlert

Bull. Soc. Géol. de France

3me Série T. XXIII. Pl. I.
(Séance du 1er Avril 1895)



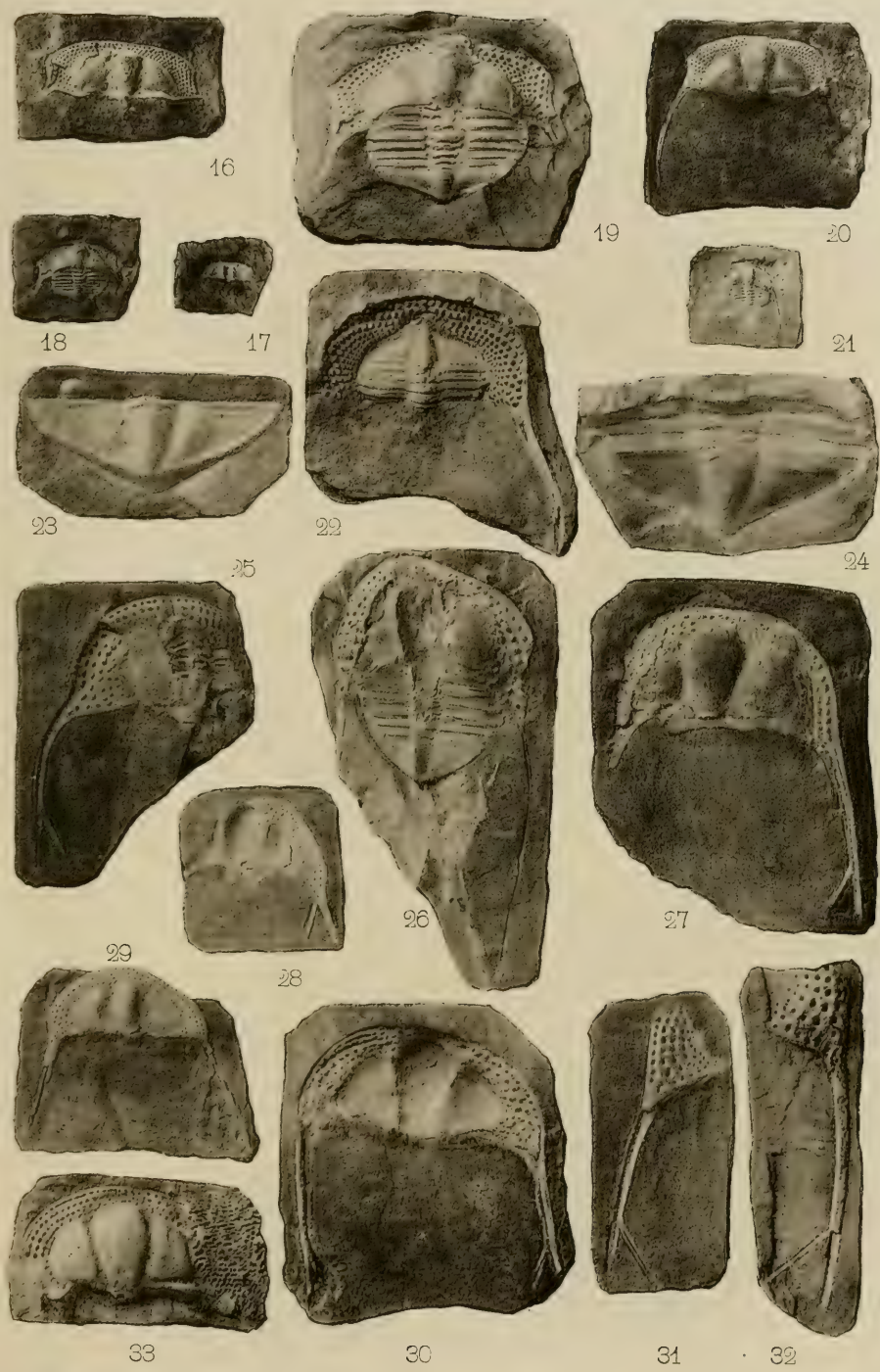
Œhlert, phot.

Sohier et Campy, 33, rue Hallé. — Paris

Note de M. D.-P. Œhlert

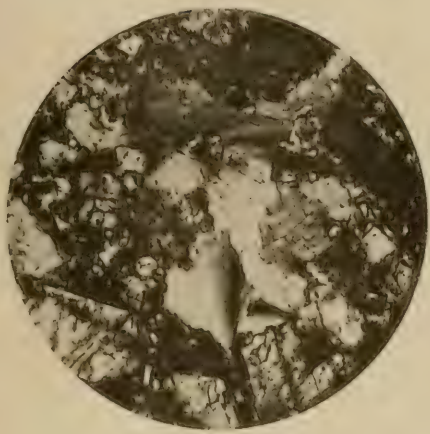
Bull. Soc. Géol. de France

3me Série T. XXIII. Pl. II.
(Séance du 1er Avril 1895)

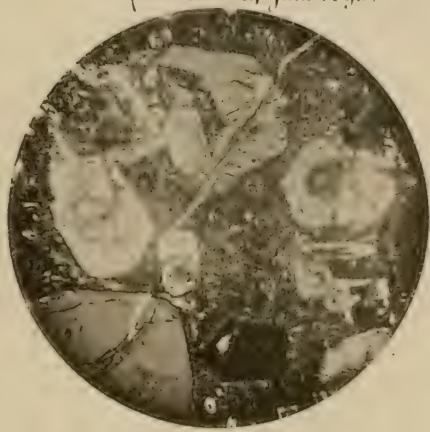


Œhlert, phot.

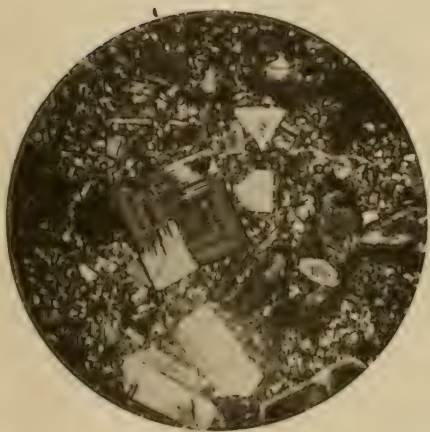
Sohier et Campy, 33, rue Hallé. — Paris



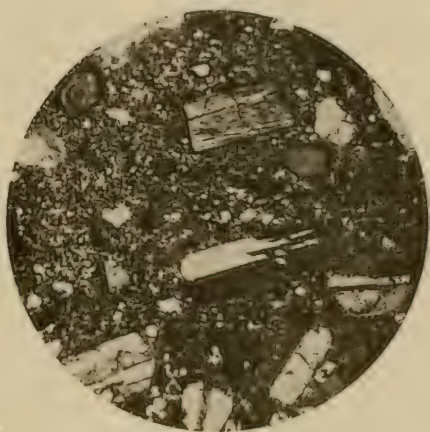
I



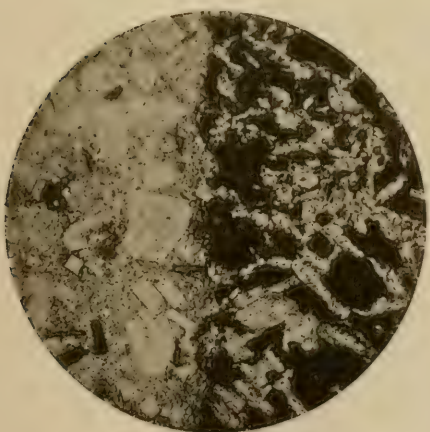
IV



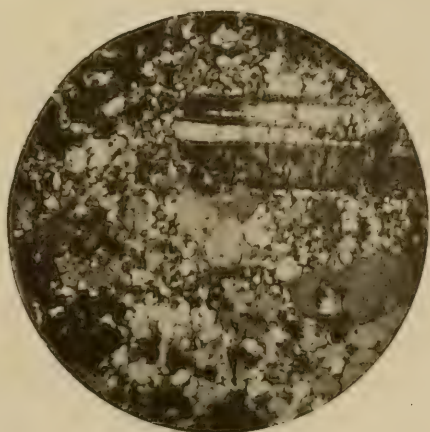
II



V

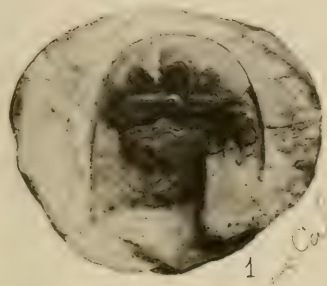


III



VI

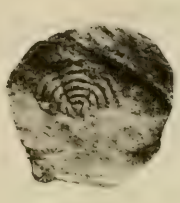
De G. Pilarski, 15, rue Morère Clichés Bertolio


1

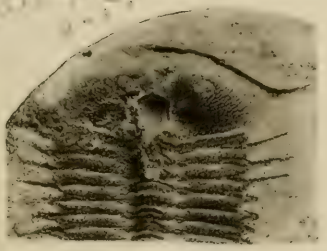
2

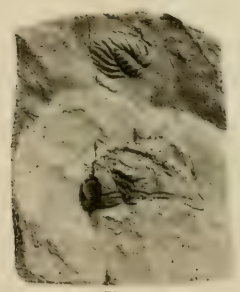
3

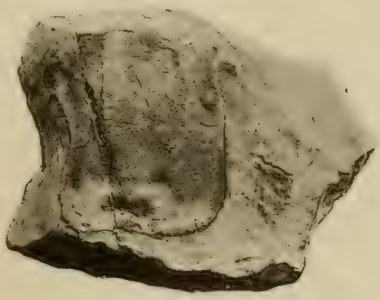
4

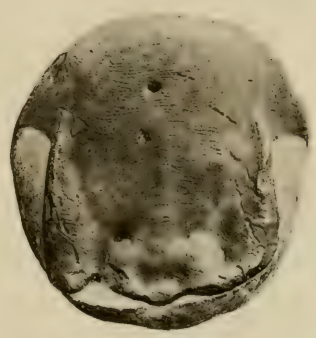

8

6


5


7


9

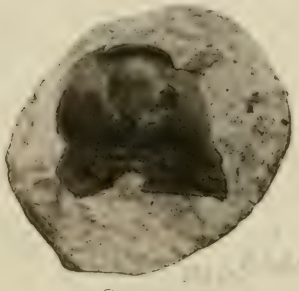

10

Sohier, phot. Sohier et Campy, 33, rue Hallé, Paris

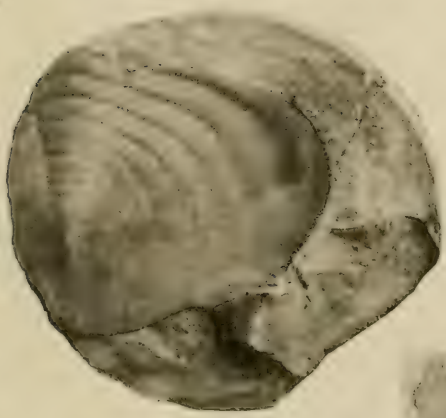
Note de Mr J. Bergeron

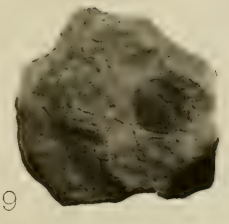
Bull. Soc. Géol. de France 3e Série, T. XXIII, Pl. V
(Séance du 24 Juin 1895)

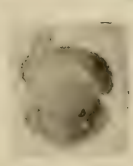
1

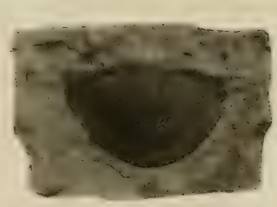

3

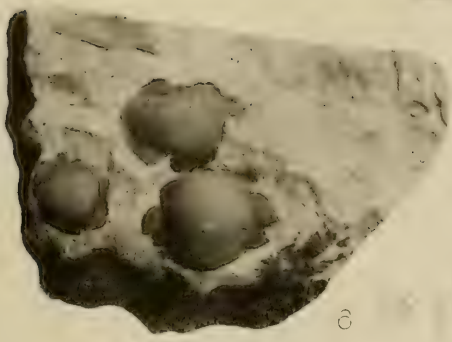
4

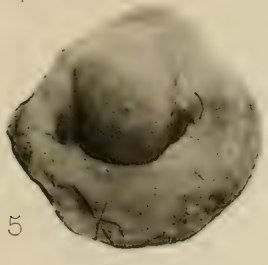

2


9

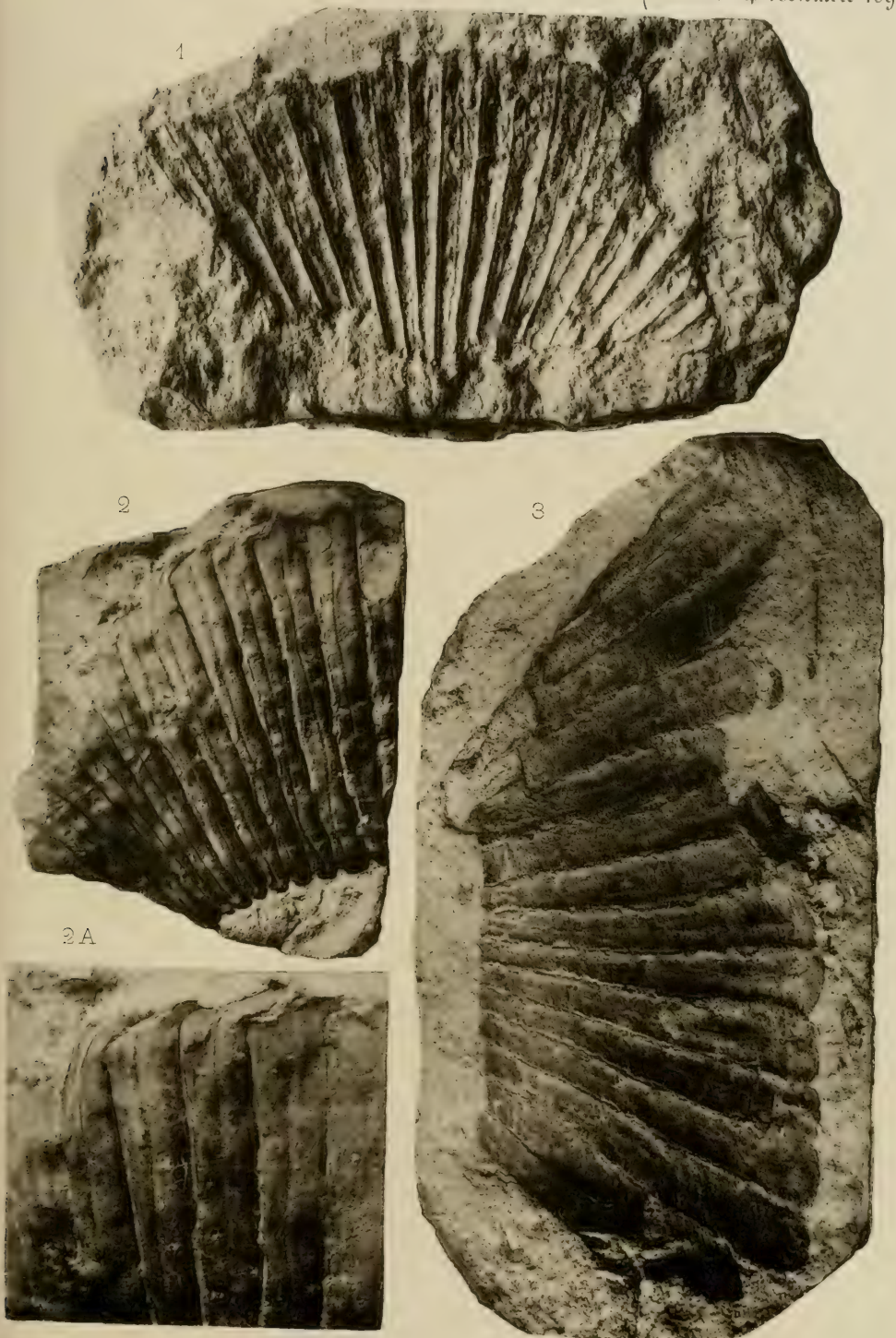

8


7


6


5

Sohier, phot. Sohier et Campy, 33, rue Hallé, Paris

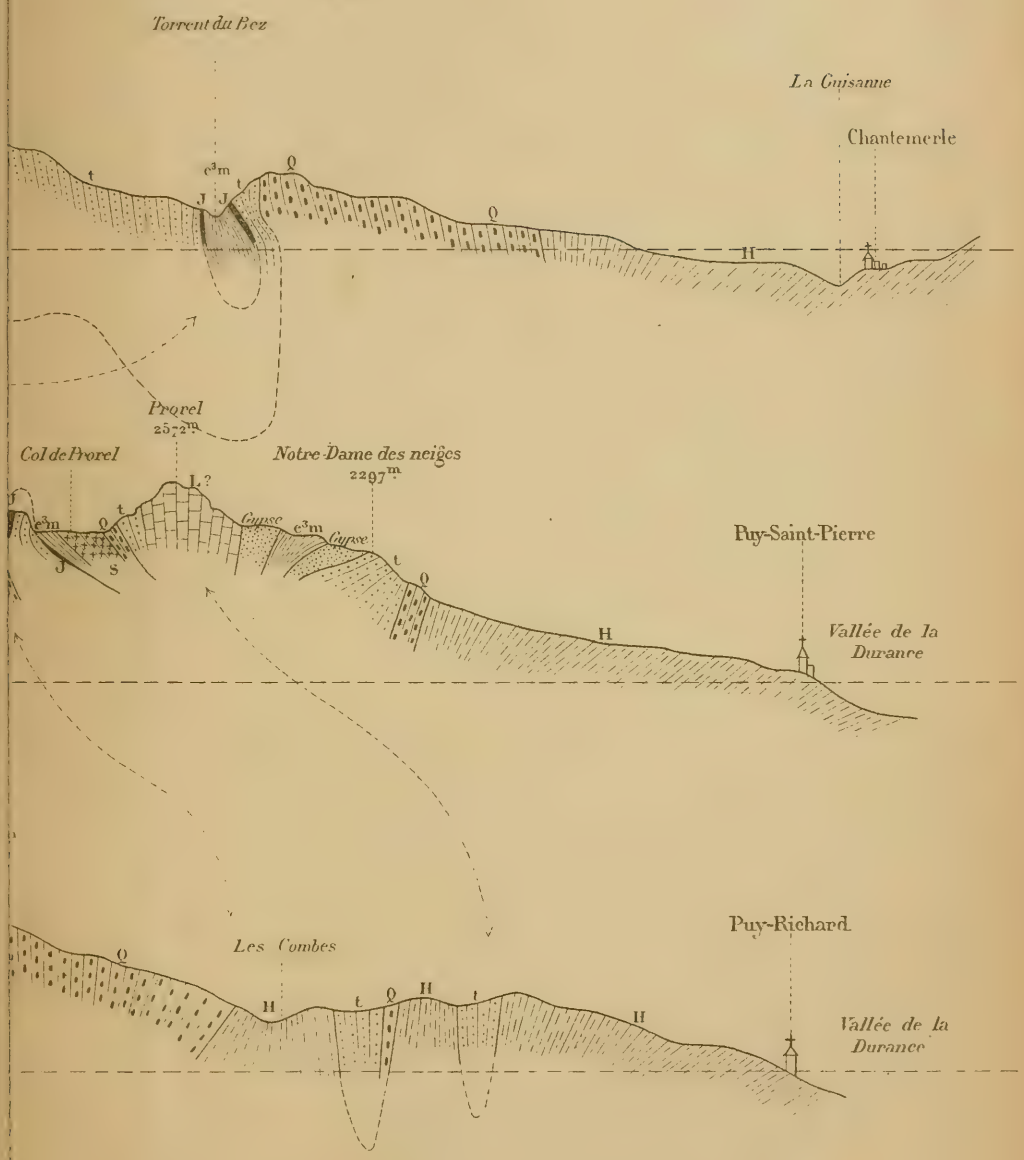


Sohier phot.

Sohier et Campy 33, rue Hallé

Equisetites spatulatus. n. sp.

L DU PELVOUX

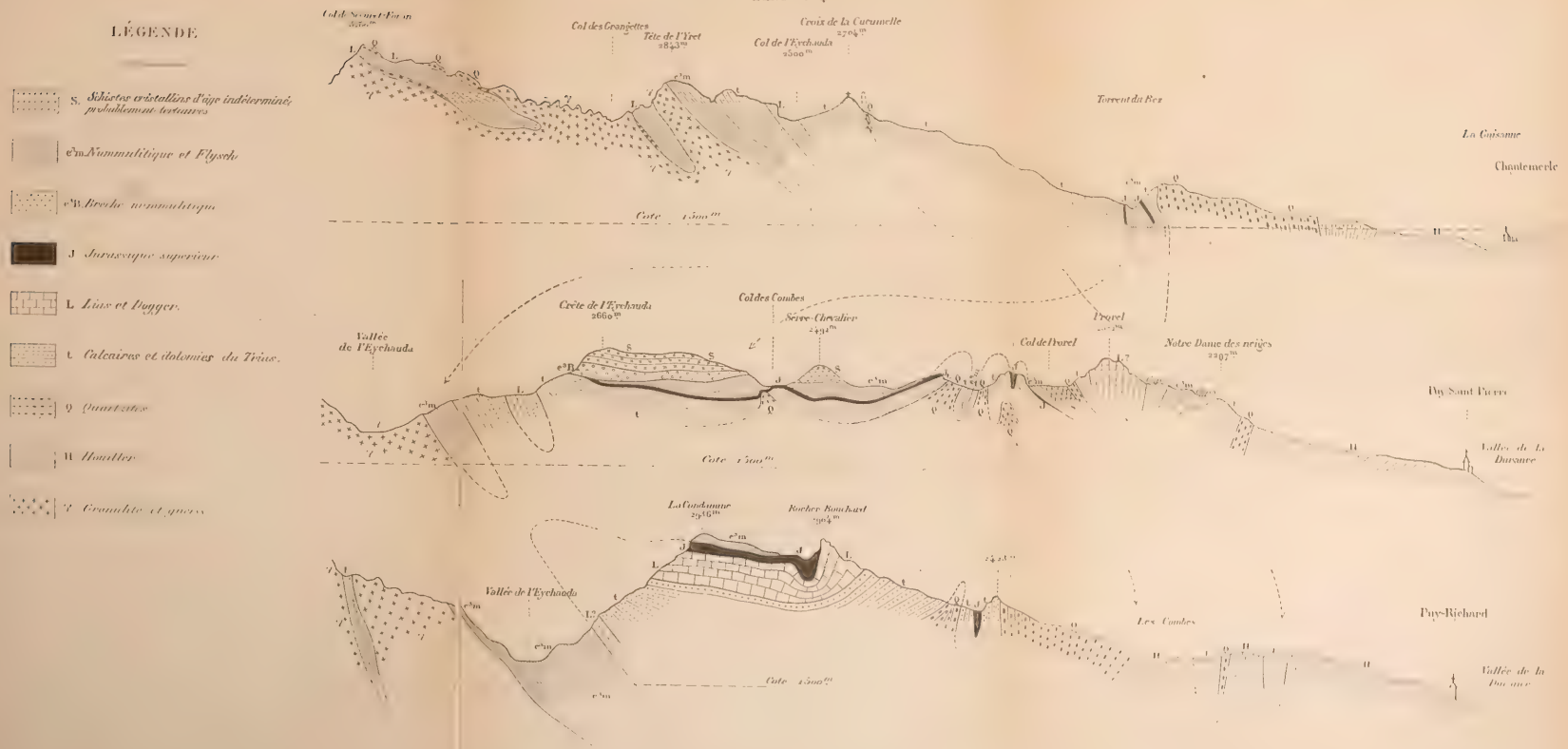


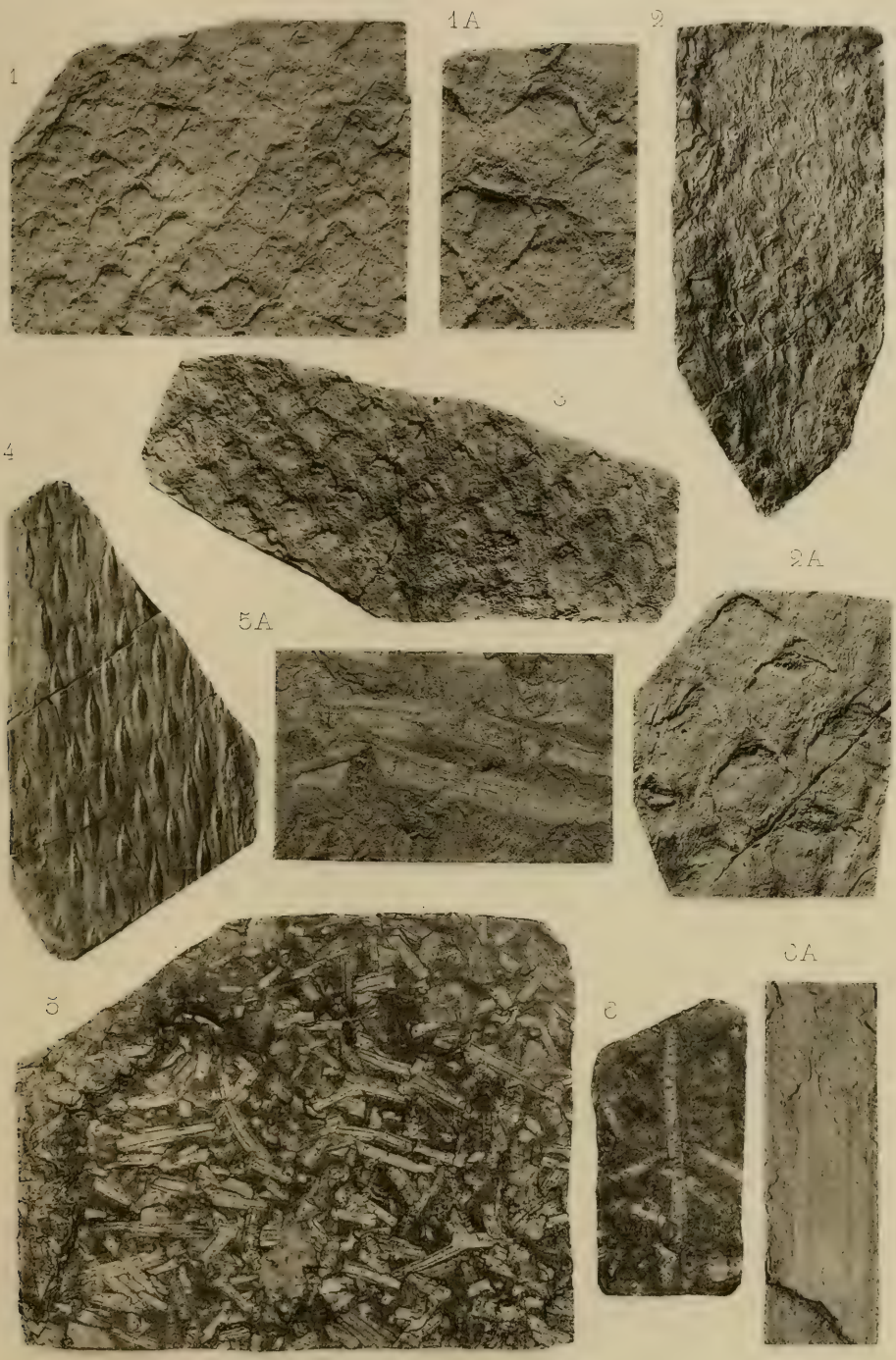
Gravé chez L. Wuhrer.

Note de Mr TERMIER

COUPES DIRIGÉES OUEST-EST À TRAVERS LE BORD ORIENTAL DU PELVOUX

Echelle de $\frac{1}{40.000}$

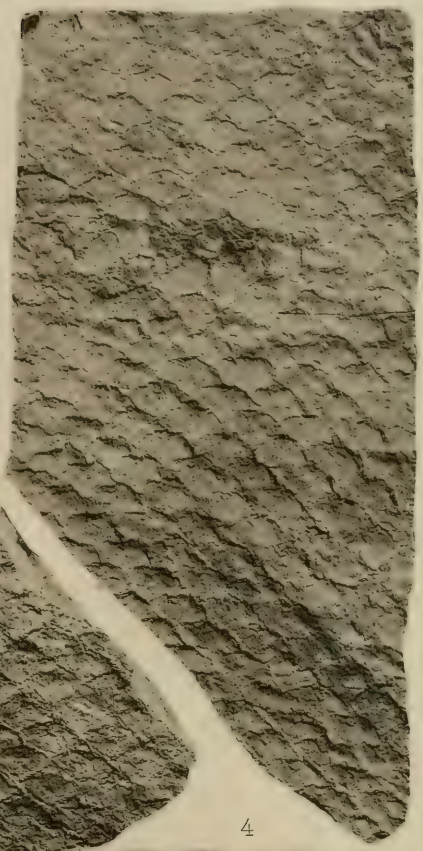


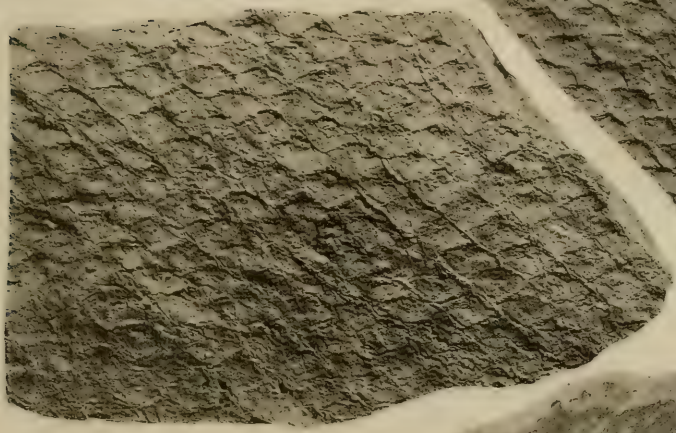


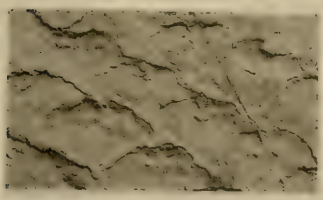
Sohier. - Paris.

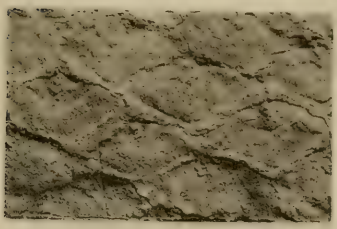
1-4. - Lepidodendron Pedroanum. Carruthers (sp.)

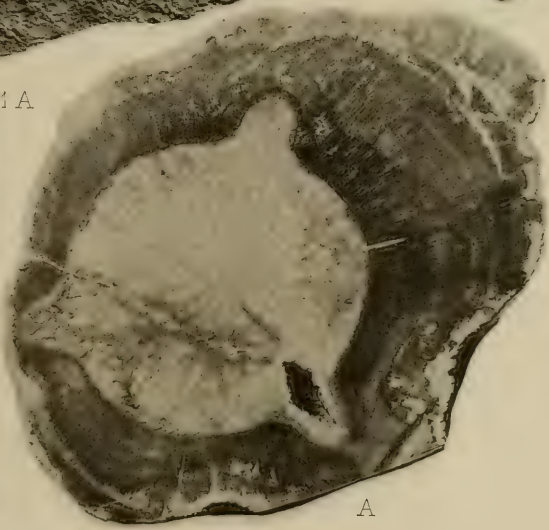
5-6. - Feuilles de Lépidodendrées ou de Sigillariées.









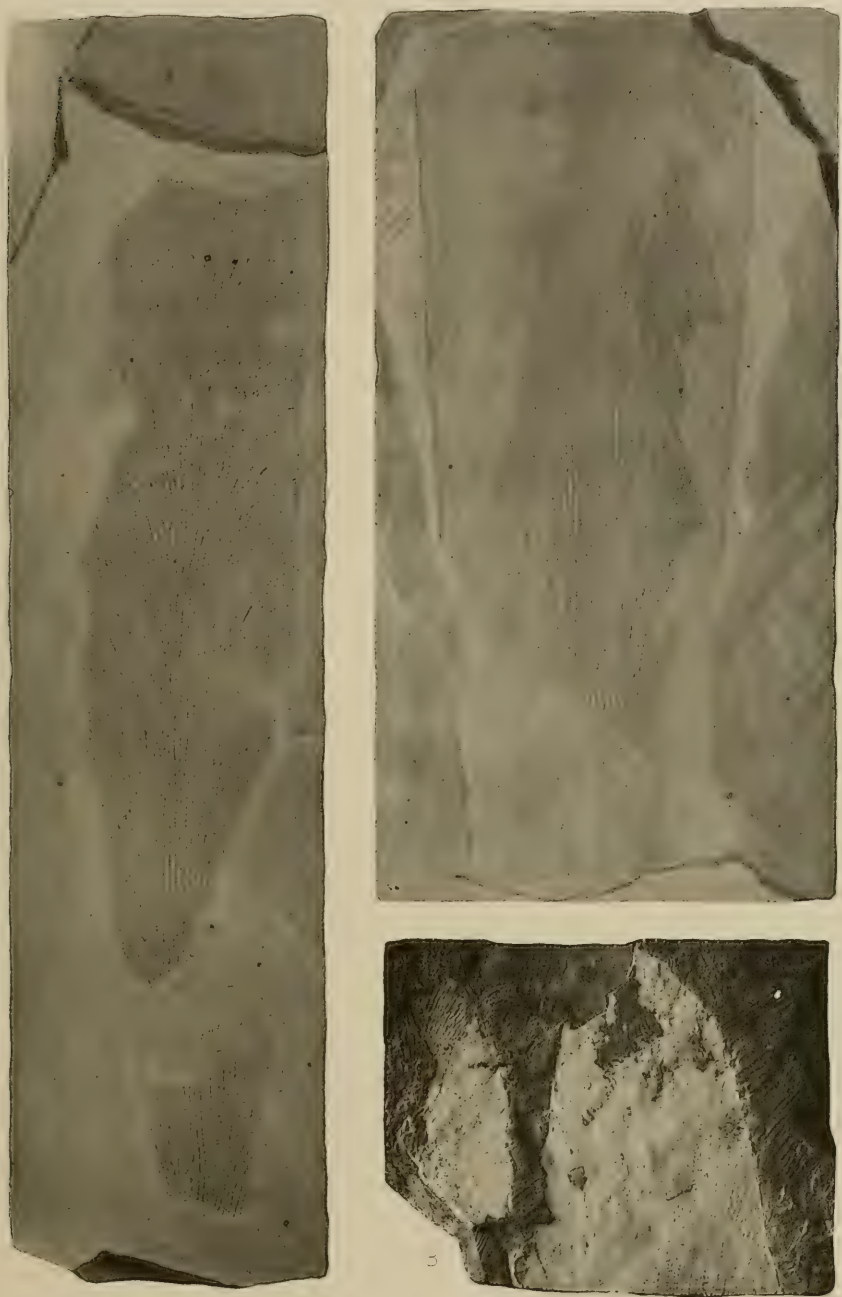


Sohier. - Paris.

1-3. - Lepidophloios laricinus. Sternberg.

4. - Dadoxylon Pedroi. n. sp.

1 2



Sohier. Paris.

1-3. Gangamopteris cyclopteroides, var. attenuata. Feistmantel

		Cluse de Chailles	Jura méridional	Jura septentrional
Crétacé		Calc. blancs valanginiens		Valanginien inférieur
Jurassique supérieur		Purbeckien Per. Loriol Fac. lacustre		Purbeck
			Salève	Portlandien
			Région de St Claude	
			Exogyra virgula Valfin	Virgulien Ptérocérien
			Zone à Am. tenuilobatus, Lothari, etc...	Astartien Astartien
				Rauracien
			Argovien	Glypticien

Facies lacustre.

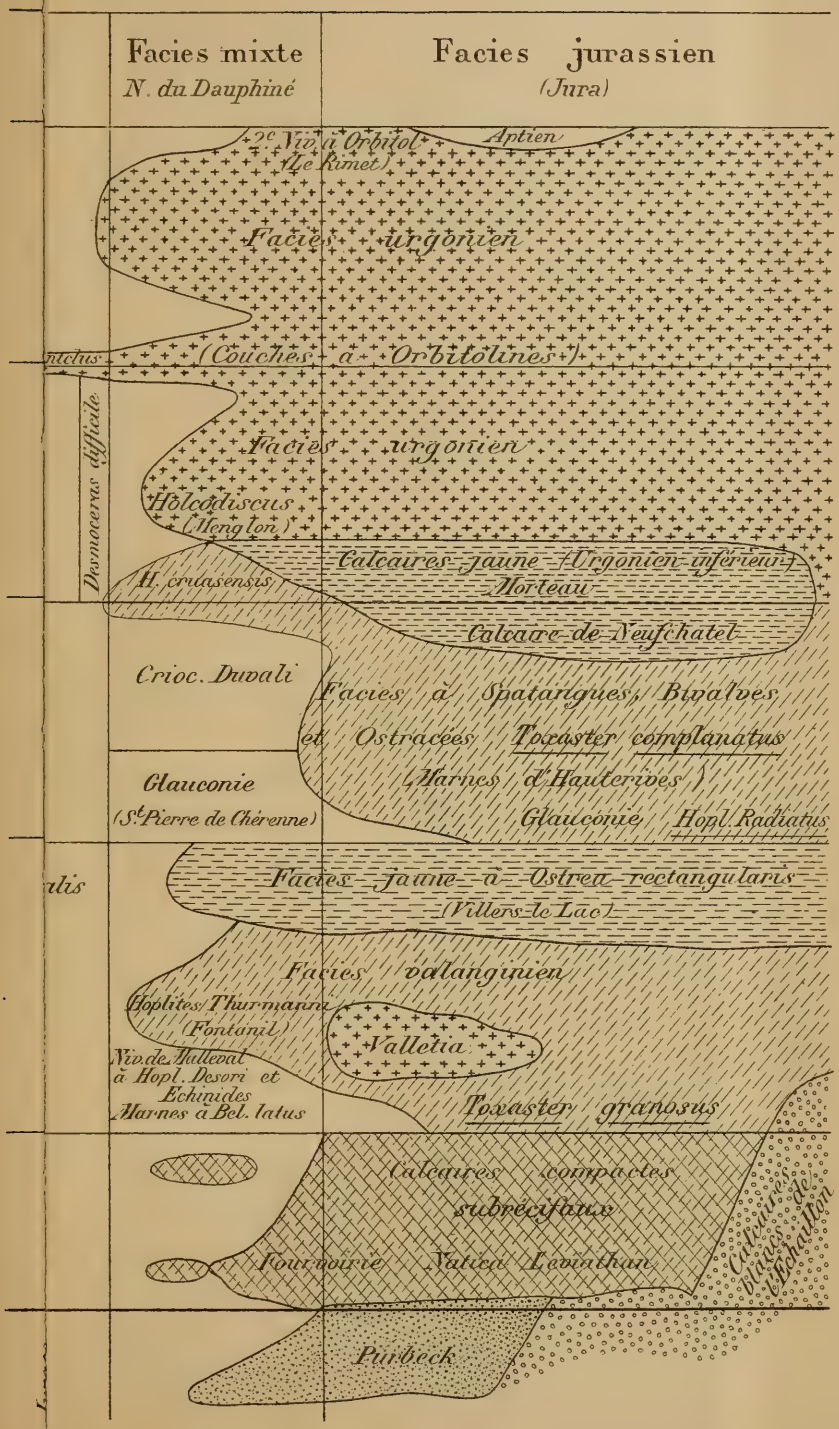
TABLEAU DU JURASSIQUE SUPÉRIEUR DANS LE SUD EST DE LA FRANCE

		Sud des Basses-Alpes, Alpes-Maritimes etc	Zone dauphinoise (Chaînes vaseuses)	Echaillon	Aizy	Chambéry	Cluse de Chaulles	Jura méridional	Jura septentrional
Crétacé	Infracalcaire (Berriasien)	Notes. Lorettiella zeuxis	Zone à Hoplites Boissieri et occitanicus	Calcaire crétacé	Calc. à Hpl. Boissieri	Calc. à Hpl. Boissieri	Calc. blanc calcaréo-siliceux		Valanginien inférieur
Jurassique supérieur	Portlandien	Calcaires blancs à Lamellibranches Rousset, le Nerthe	Zone à Hoplites gravesianus et Callisto (Tithonique sup.)	de l'Echaillon	Hpl. Gravesianus	Calc. à Hpl. Gravesianus	Calcaire	Portlandien Eur. lacustre	Portland
		Bois de Hamie, Martiers-St Maxire, etc... Rh. Bilirieus etc...	Zone à Perisphinctes contiguus et geron. (Tithonique inf.)		Tithon inférieur	Calc. à Perisph. contiguus (St Cassien)		Sellème / Région de St Claude	Portlandien
	Kimméridien	Exogyra virgula (St Vallier) / Calcaires blancs à Rhynchonella	Zone à Phylloceras Lorioli et Aspid acanthicum Strat. grises à pisolites à St Pierre			Calc. à Phylloc. [illegible]		Exogyra virgula / Valfin	Virgulien / Pterocerien
	Séquanien	Calcaires en plaquettes de Cuiseaux et de la Côte de Mas Ter. calcifrondicaire Per. affinatus, Lothari	Zone à Oppelia tenuilobata et Perisph. polyplocus.			[illegible]		Zone à Am. tenuilobatus, Lothari, etc...	Séquanien / Astartien
	Rauracien	Calc. vésicul. et Oolithique	Zone à Hlt. bucammatum (Nerinées à Hel. platus)			Calc.		Argovien	Rauracien
	Oxfordien	Glauconie de Mons Perisph. Martelli, Aulacostephanus etc.	Zone à Ochs. canaliculatum et Perisph. Tiziani (Calc. marneux)			[illegible]			Oxfordien

Oxfordien inférieur

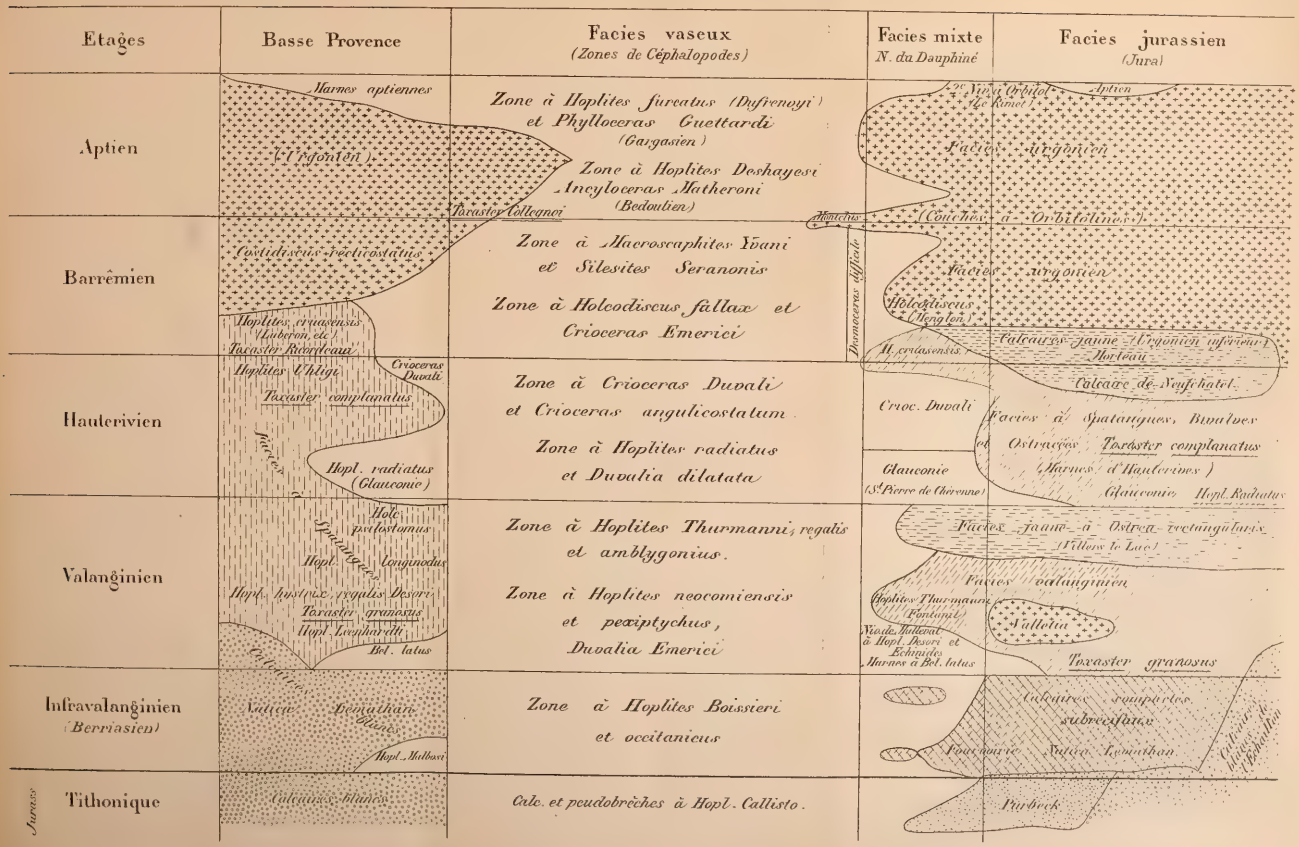
Faciès vaseux — Roches à débris de récifs — Faciès à Eponges — Faciès lacustre

E FACIES
A FRANCE.



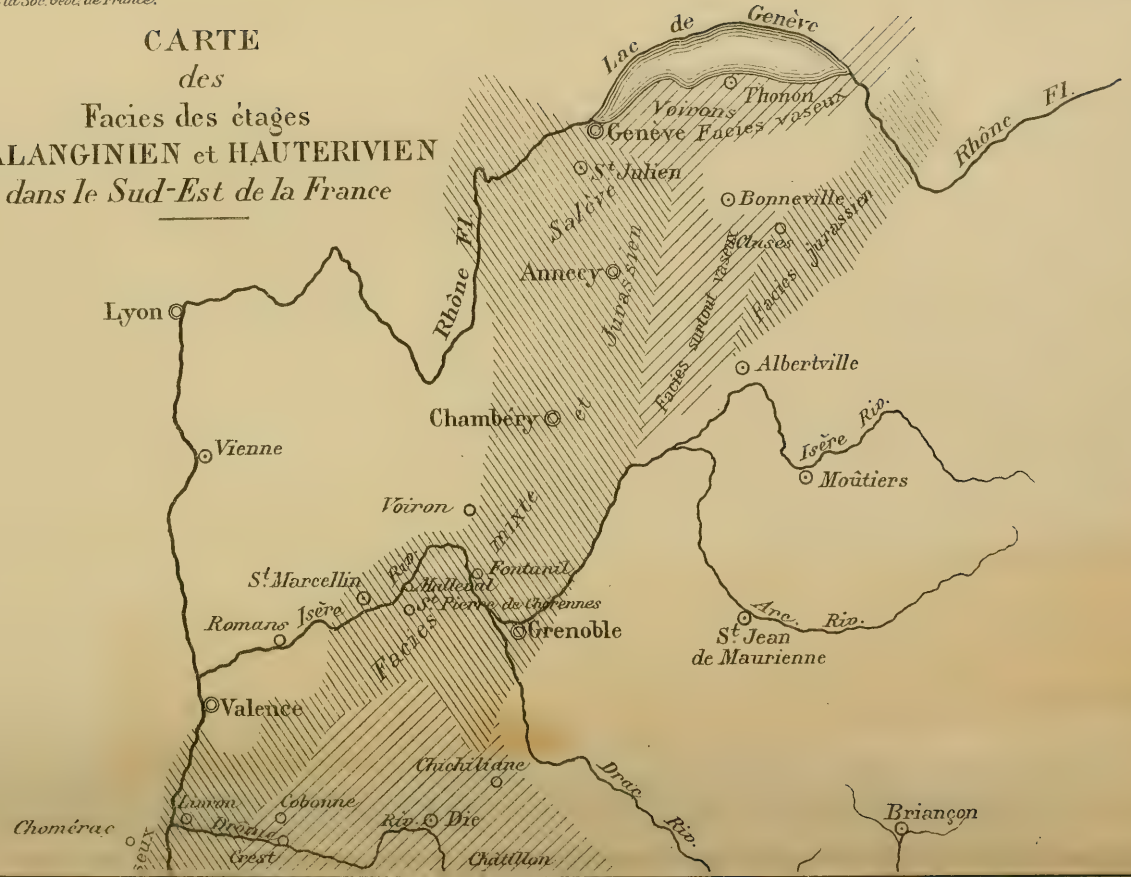
NOTE DE Mr KILIAN

TABLEAU RÉSUMANT LES CHANGEMENTS DE FACIES DU CRÉTACÉ INFÉRIEUR DANS LE SUD-EST DE LA FRANCE.



Gravé par L. Wilhem

CARTE
des
Facies des étages
VALANGINIEN et HAUTERIVIEN
dans le Sud-Est de la France



Gravé chez L. Wichrer.

Bull. de la Soc. Géol. de France.

NOTE DE M. KILIAN

3e Série. T. XXIII. Pl. XIII.

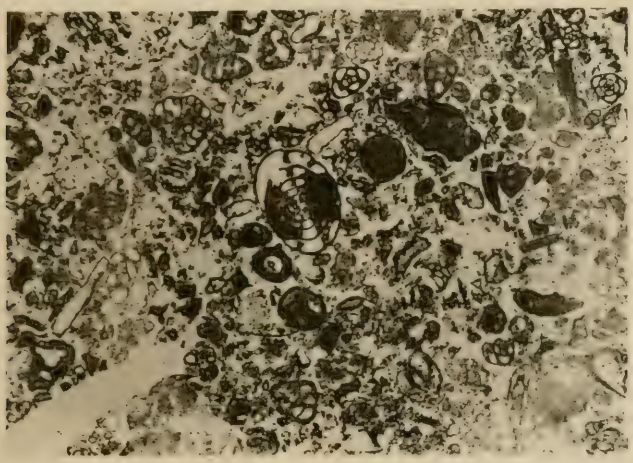
CARTE
des
Facies des étages
VALANGINIEN et HAUTERIVIEN
dans le Sud-Est de la France

Gravé chez L. Michon

CARTE
des types fauniques
de
L'APTIEN SUPÉRIEUR
dans le Sud-Est de la France

Gravé chez L. Wührer.

CARTE
des types fauniques de L'APTIEN SUPÉRIEUR dans le Sud-Est de la France

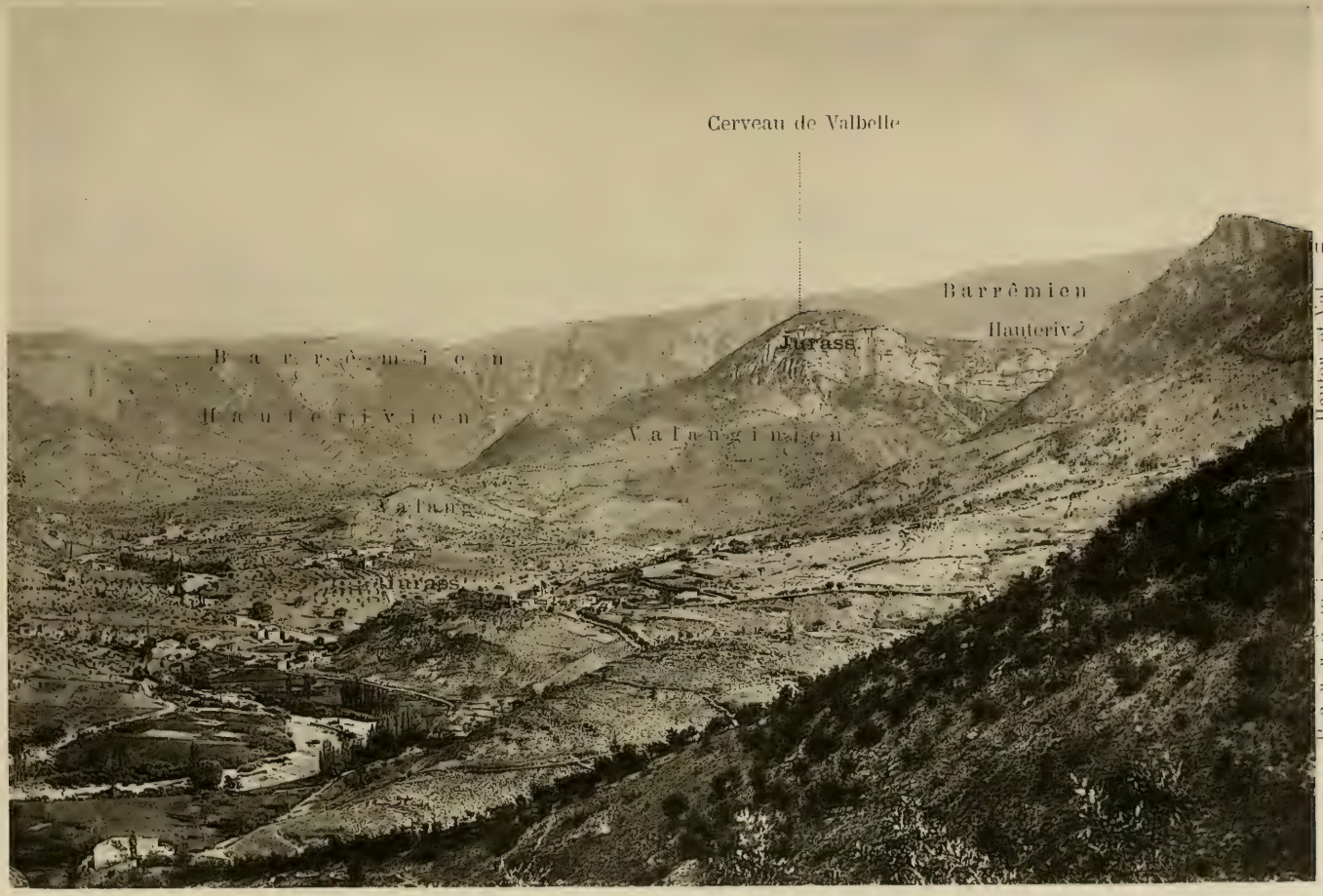


M. Hovelacque phot.

Fig. 1. - Calcaire " urgonien " de Simiane.

M. Hovelacque, phot.

Fig. 2. - Calcaire de la Gourre, près Séderon.



Dr G. Pilarski, 15, rue Morère. Paris. — Phot. St-Marcel Eyssérie.

Vue du Cirque de Valbelle

(Naissance du Pli-Faille de Lure)

Fig. 1. - Faille transversale dans les calcaires
du Jurassique supérieur,
au Pas-de-l'Echelle, près St-Geniez

Fig. 2. — Vue du ravin du Vanson.
(Bord de la zone du Gapençais, refoulé sur
les terrains tertiaires subalpins).

Imp. E. Plon et Cie, 45, rue Morère.

Phot. F. Leenhardt.

Fig. 1. - Vue du Village de Carniol.
(Basses-Alpes)
Ravins dans les Marnes aptiennes

Fig. 2 - Grés susaptiens à stratification
entrecroisée et " Miches ", près Carniol.

De G. Pilarski, 15, rue Morère. Paris Phot. F. Leenhardt.

Montagne de Cousson
Ravin du Coulmier
Norante
Crête des Dourbes
Jurass. sup.
Couches à Amm. tripartitus
Calcaires compacts à Ostrea Cymbium
Lias moyen
Lias inférieur
Calc. à Gr. Cymbium
Calc. à Gr. Cymbium
Infralias
Trias
Lias moyen
Couches à Amm. tripartitus
Ligne de discontinuité
Lias supérieur et Bajocien
Marnes bathoniennes
Couches à Amm. tripartitus
Couches à Amm. tripartitus (presque verticales)
Marnes oxfordiennes
Route de Digne à Barrême
Asse
R.

Montagne de Cosson
Cercle de Cypraeum
Lisse supérieure de Bysoleum
Cercle de Cypraeum
Kerain du Comment
Cercle de Cypraeum
Fortalitio
Cercle de Cypraeum
Cercle de Cypraeum
Cercle de Cypraeum

Note de M. Zürcher

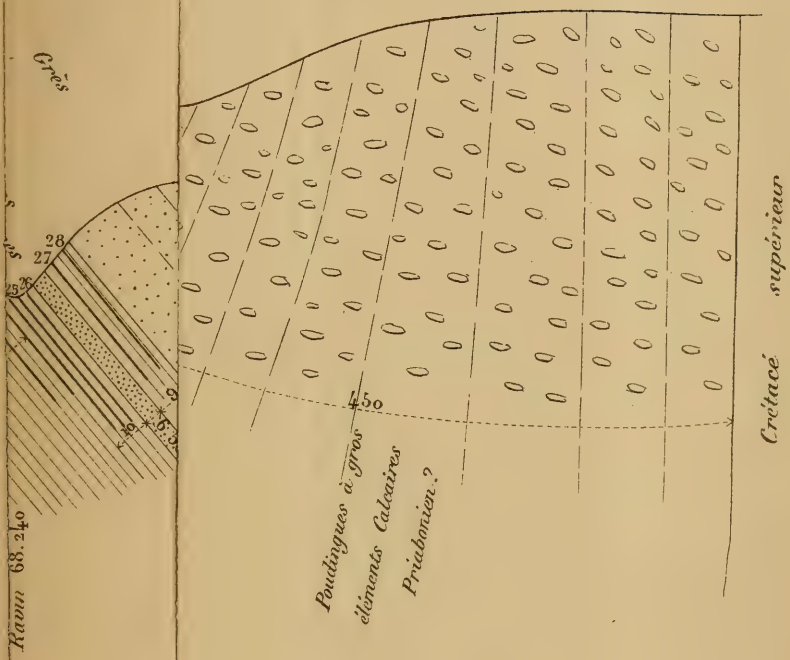
De G. Pilarski, 45, rue Morère. Phot. de A. Janet.

Vue des environs de Norante.

HER

ıale N° 20

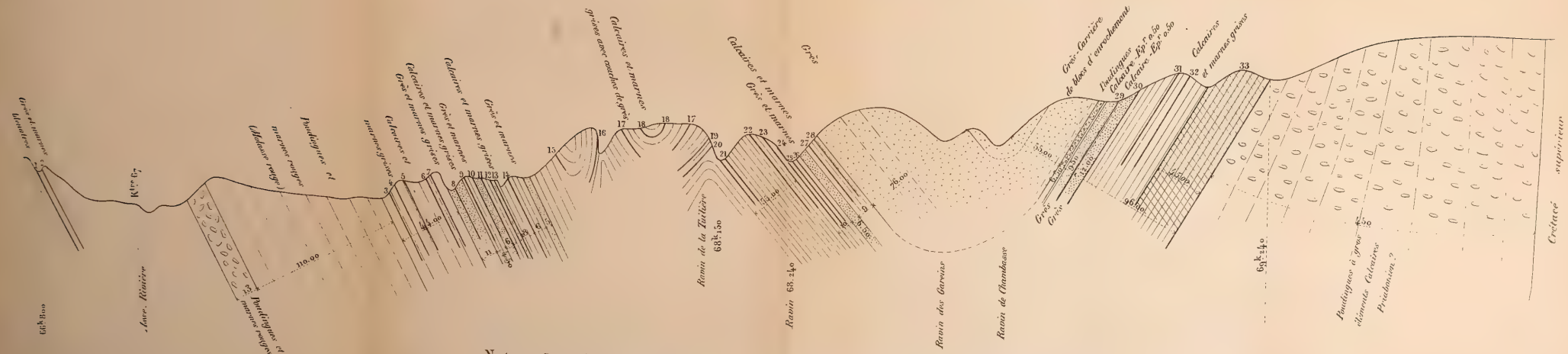
des Ponts-et



rapport au K

Coupe du terrain tertiaire traversé par la Route Nationale N° 207 entre Barrême et Gevaudan (B.ses Alpes)

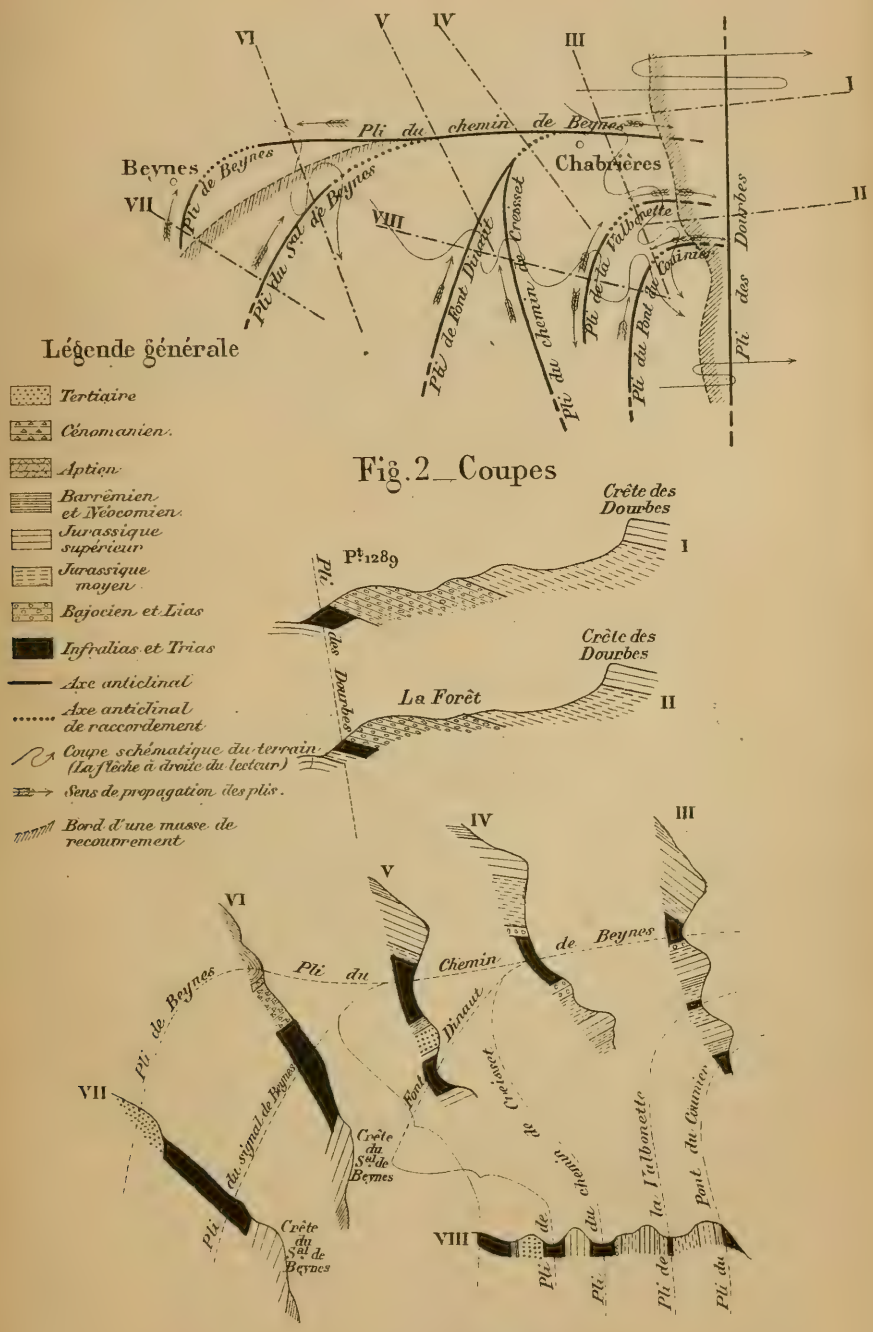
Relevée par Mr BOUSSIER, *Conducteur des Ponts-et-Chaussées* à Barrême.



Nota : *Les points principaux sont repérés par rapport au Kilomètrage de la Route Nationale N° 207*

Gravé chez L. Wuhrer

Fig. 1. Schéma des plis aux environs de Chabrières



Gravé chez L. Wuhrer

Discordance de la molasse rouge (Tongrien)
sur les marnes priaboniennes et les couches détritiques qui les surmontent

Phot. Leenhardt

[illegible] que et infraliasique,
avançant en aplomb [illegible] vnclinal du substratum.
constituée par du [illegible] supérieur et du Néocomien.

[illegible] G. Pilarski, [illegible]

Mollasse rouge
Couches de Fontainebleau
Marne blanche supérieure

Oxfordien et Bathonien
Liasien
Ebonlis
Trias
(Marnes et gypses)
Marne bleue de Lucy
Lias inférieur
(Calcaires blancs)

Phot. Leenhardt.

Fig. 1 - Vue du flanc Nord du ravin de Malvoisin.

Discordance de la mollasse rouge (Tongrien)
sur les marnes priaboniennes et les couches détritiques qui les surmontent.

Phot. Leenhardt

Fig. 2 - Vue du flanc Nord de la vallée du Verdon à l'Est de Rougon.

Masse de recouvrement triasique et infraliasique,
avançant en apophyse dans un synclinal du substratum,
constituée par du Jurassique supérieur et du Néocomien.

De G. Pilarski, 45, rue Morère, Paris — Phot. d'Agnel.

Clue du Verdon en aval de Rougon

Calcaires blancs coralligènes du Jurassique supérieur

Le G. Pilossi, 1, rue Morère, Paris

du Cirque d

Fig. 7. de la Crête des Pyrénées (Extrémité occidentale.)

Crête des Pyrénées
Bassin supérieur
Bassin moyen
Bassin inférieur
Bassin moyen
Bassin inférieur
Bassin moyen
Bassin infér

Dr G. Pilarski, 15, rue Morère. Paris Phot. d'Agnel.

Vue du Cirque de Chasteuil

Phot. de M. Z. d'Agnel.

Fig. 1 - Vue du col de Taulanne

Jurassique supérieur à faciès tithonique

Phot. de M. Z. d'Agnel.

Fig. 2 - Vue du Pont Julien

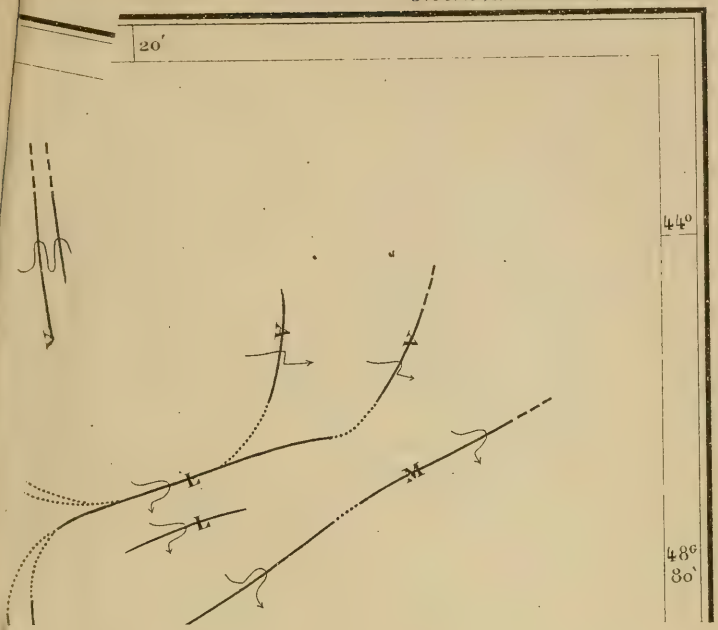
A gauche Jurassique supérieur à faciès tithonique

A droite Berriasien superposé au Tithonique, petite faille d'affaissement.

Au fond Rocher de la Sambuque, piton qui domine St-André de Méouilles.

Dr G. Pilarski, 15, rue Monge. - Paris

ELLAN



CARTE DES PLIS DE LA RÉGION DE CASTELLANE

(Note de M. Zurcher)

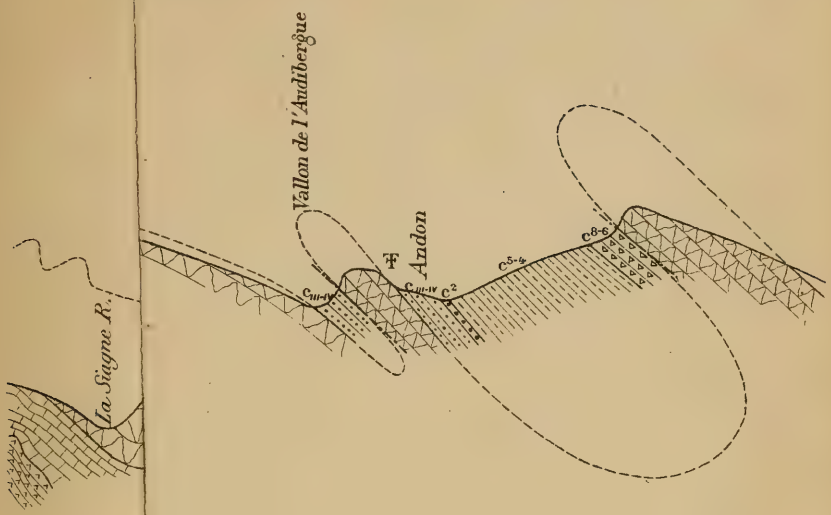
LÉGENDE

axes anticlinaux

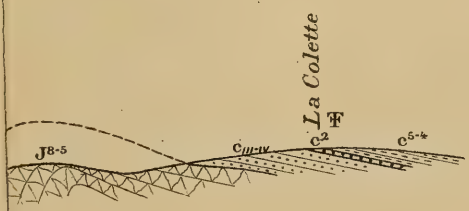
Coupe schématique du terrain.
(La flèche à droite du lecteur)

Echelle 200000.

S gnolles. N.



te. E.

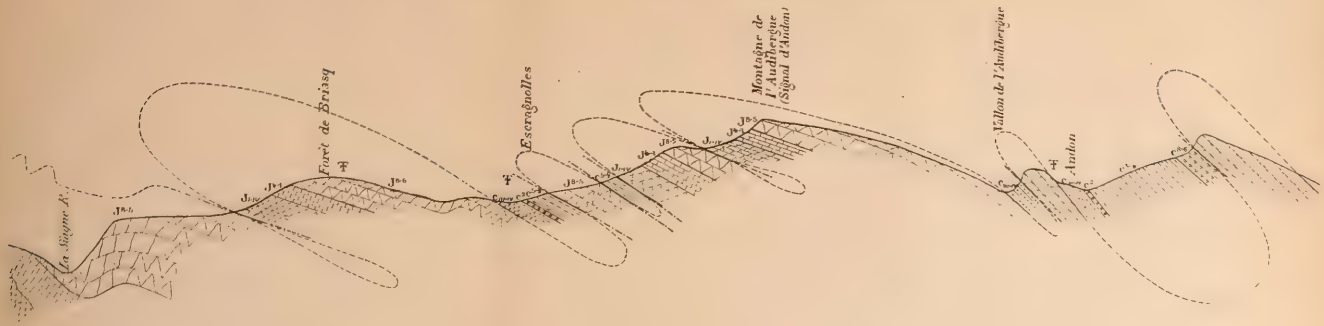


Calcaires.

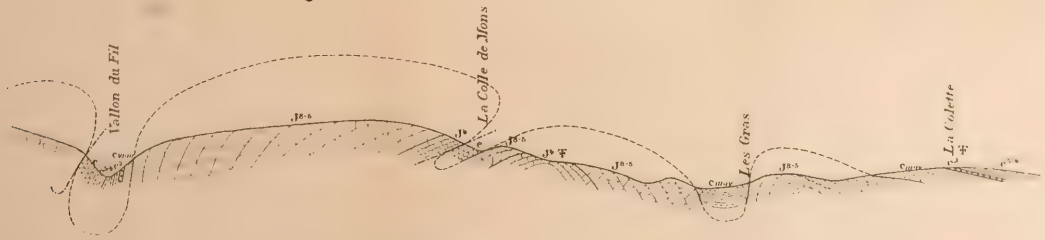
Bathonien et Bajocien

Gravé chez L. Wi

S. Fig. 1 — Coupe d'Andon à la Siagne en passant par Escragnolles. N.



O. Fig. 2 — Coupe perpendiculaire à la précédente. E.



Légende des Fig. 1 et 2

Ψ Gisement de fossiles

Ligne séparative du Jurassique et du Crétacé.

Ligne de discontinuité.

Echelle: $\frac{1}{40000}$

Cuivre chez L. Widmer

LISTE DES OUVRAGES

REÇUS EN DON OU EN ÉCHANGE

PAR LA

BIBLIOTHÈQUE DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE

LISTE DES OUVRAGES

REÇUS EN DON OU EN ÉCHANGE

PAR LA BIBLIOTHÈQUE DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

PENDANT L'ANNÉE 1895

I. — Ouvrages non périodiques*.

Aguilera (J. G.) et Ordonez (Ez.). — Expedicion cientifica al Popocatepetl. [Ext. Comision geol. mexicana], in-8°, 48 p., 2 pl. Mexico, 1895.

Barrois (Ch.). — Légende de la feuille de Rennes de la carte géologique au 1/80000e [Ext. Annales Soc. géol. du Nord, t. XXII], in-8°, 1895.

— Légende de la feuille de Plouguerneau et Ouessant [id., t. XXI], in-8°.

— Le Bassin du Menez Belair [id., t. XXII], in-8°, 169 p., 8 pl.

Bayley. — Basic Massive Rocks of the Lake Superior Region [Ext. Journal of Geology, 1894], in-8°. Chicago, 1895.

Bayley et Hobbs. — Summary of Progress in Mineralogy and Petrography in 1894. [Ext. American Naturalist], in-8°. Waterville, 1895.

Bernard (Augustin). — L'archipel de la Nouvelle-Calédonie, in-8°, XII-458 p., 1 carte. Paris, 1895.

Bertrand (Léon). — Sur la tectonique de la partie N. O. du département des Alpes-Maritimes [Ext. C. R. Ac. Sc., 9 juillet 1895].

Bittner (A.). — Geologische Verhältnisse von Hernstein in Niederosterreich, in-4°, 309 p., 3 cartes, 1 pl. Vienne, 1882.

* Les noms des donateurs sont en italique. Les tirages à part du Bulletin de la Société offerts par les auteurs ne sont pas mentionnés dans cette liste.

— Zur definitiven Festellung des Begriffes « Norisch » in der Alpinen Trias, Vienne, 1895.

Blayac. — Description géologique des régions à phosphate de chaux de Tebessa et de Bordj bou Arredidj (Algérie), [Ext. Ann. des Mines, 1894], in-8°, 16 p., 1 pl.

— Notice sur le Suessonien et les terrains à phosphate de chaux de Sidi Aissa et de Birin (Algérie) et du Djebel Mahdid, près Msila (Constantine), [id. 1895], in-8°, 23 p., 2 pl.

Bleicher. — Le lac salé d'Arzeu. Notes d'excursions et recherches de laboratoire. [Ext. Feuille des Jeunes naturalistes, 1895], in-8°, 1895.

— Sur quelques perfectionnements apportés à la préparation et à l'étude des plaques minces des roches sédimentaires calcaires. [Ext. C.-R. Ac. Sc., 20 mai 1895].

— Sur les ossements fossiles d'une fissure de la carrière de Villey St-Etienne. [Ext. Bullet. des Séances de la Soc. des Sciences de Nancy], in-8°, Nancy, 1895.

Bombicci (L.). — Un Museo didattico per l'insegnamento oggetivo con monografie circolanti. — Fondato della Societa degl' insegnanti di Bologna, in-8°. Bologne, 1895.

— Il Cabinetto Universitario di Mineralogia in Bologna, anno XXVII, dopo la sua fondazione. (Relazione 3ª a S. E. il Ministro per l'Ist. publica), 1895.

— Sulla formazione della grandine e sui fenomeri ad essa concomittanti. [Ext. Memorie della R. Ac. di Sc. di Instit. di Bologna], in-4°, Bologne, 1888.

Botti (U).— Dei piani e sotto piani in geologia. Manuale alfabetico ragionato, in-8°, XXI —, 303 p., Reggio Calabria, 1895.

Boule (M). — Le massif central de la France. (Etude géographique), [Ext. Dict. géog. de la France de Joanne], in-8°, 16 p.. 1 carte, 1895.

— Découverte de débris gigantesques d'ossements fossiles faite dans la ballastière de Tilloux (Charente), [Ext. C.-R. Ac. Sc., 29 juillet 1895].

— La Sablière de Tilloux, près de Gensac la Pallue. [Ext. L'Antropologie, t. VI], in-8° 14 p., 1895.

— Note sur les fossiles rapportés de Madagascar, par M. E. Gauthier. [Ext. Bullet. du Muséum d'Hist. Natur., N° 5], in-8°, 6 p., 1895.

Bourdariat (*A.-J.*). — Note sur les alluvions aurifères de Grenade (Espagne), et Esquisse géologique et minéralogique du district aurifère de Santa Cruz (Honduras). [Ext. Bull. Soc. belge de géologie, 1893-94], in-8°.

Bukowski (*G. von*). — Levantinische Molluskenfauna der Insel Rhodus (Theil II). [Ext. Dekkschr. der K.K. Ak. der Wissenschaften Bd. LXIII], in-4°, Vienne, 1895.

Bureau (*Louis*). — Note sur la présence du grès dévonien à *Orthis Monieri* à Avrillé (Maine-et-Loire). [Extr. Bullet. Soc. des Sc. Nat. de l'Ouest], in-8°, 4 p., 1894.

— Etat d'avancement de la feuille d'Angers au 1/80000e. Rapport à M. le Directeur du Service de la Carte géologique de la France. [id.], in-8°, 4 p., 1895.

Calderon (*Salvador*). — El professor D. Francisco Quiroga y Rodriguez. [Ext. Actas de la Soc. española de Historia naturale, t. XXIII], in-8°, 16 p., 1894.

Carrière (*G.*). — Origine de la terre rouge qui recouvre partiellement les plateaux calcaires entre Nîmes et la vallée du Gardon. [Ext. Revue du Midi], in-8°, 1895.

Cayeux (*L.*). — Existence de nombreux cristaux de feldspath orthose dans la craie du bassin de Paris ; preuve de leur genèse *in situ*. [Ext. C. R. Ac. Sc., 3 mai 1895].

— De l'existence de nombreux débris de Spongiaires dans le Précambrien de Bretagne (1re note). [Ext. Ann. Soc. géol. du Nord, t. XXIII], in-8°, 14 p., 2 pl., 1895.

— Note préliminaire sur la composition minéralogique et sur la structure des silex du gypse des environs de Paris [id.], in-8°, 1895.

— Dualité d'origine des brèches du Carbonifère franco-belge [id., t. XXII], in-8°, 7 p., 1894.

Chaix (*Em.*). Contribution à l'étude des Lapiès ; le désert de Platé (Haute-Savoie). [Ext. Le Globe, t. XXXIV], in-8°, Genève, 1895.

Chamberlin. — Recent glacial studies in Greenland [Ext. Bullet. geol. Soc. of America, t. VI], in-8°, 20 p. Rochester, 1895.

Choffat (*P.*). — Espagne et Portugal (Revue pour 1891-1892). [Ext. Ann. geol. universel, t. IX], in-8°, pp. 521-549, 1894.

— Note sur les tufs de Condeixa et la découverte de l'hippopotame en Portugal [Ext. Communicaçoès da Direçao dos Trabalhos Geologicos, t. III], in-8°. Lisbonne, 1895.

— Note sur l'érosion en Portugal [id.], in-8°, 1895.

— Nouvelles études sur la géologie du bassin du Congo [Ext. Revista de Sciencias naturaes et sociaes, vol. IV], in-8°. Porto, 1895.

— Coup d'œil sur la géologie de la province d'Angola [Ext. Portugal und Africa, 1895], in-8°, 5 p.

— Promenade au Gérez. Souvenirs d'un géologue [Ext. Bol. Soc. geog. Lisboa, 1895], in-8°, 18 p. Lisbonne, 1895.

Cornet (*J.*). — Les gisements métallifères du Katanga, in-8°, 56 p., 1 pl. Mons, 1894.

— Géologie de la partie S. E. du bassin du Congo et gisements métallifères du Katanga [Ext. Revue universelle des Mines, t. XXVIII, 3e série].

— Formations post-primaires du bassin du Congo [Ext. Mémoires Soc. géol. de Belgique, t. XXI].

Cossmann (*M.*). — Essai de Paléoconchologie comparée (1re livraison), in-8°, 160 p., 7 pl., 1895.

— Sur quelques formes nouvelles ou peu connues des faluns du Bordelais [Association française. Congrès de Caen, 1894], in-8°, 11 p., 1 pl.

— Gasteropodes (Revue). [Ext. Annuaire géol. universel, t. X], in-8°, pp. 737-780, 1895.

— Revue de Paléoconchologie. [Ext. Feuille des Jeunes Naturalistes, 1895], in-8°, 8 p.

Davis. — La Seine, la Meuse, la Moselle, [Ext. Annales de Géographie, Ve année], in-8°, p. 25-49, 1 pl., 1895.

Degrange Touzin (*A.*). — Etude préliminaire des coquilles fossiles des environs d'Orthez et de Salies-de-Béarn. [Ext. Actes Soc. Linnéenne de Bordeaux, t. XLVII], in-8°, 125 p., 2 pl.

Depéret (*C.*). — Sur les phosphorites quaternaires de la région d'Uzès. [Ext. C.-R. Ac. Sc., 14 janvier 1895].

— Résultat des fouilles paléontologiques dans le miocène supérieur de la colline de Montredon [id., 9 septembre 1895].

— Ueber die Fauna von miocänen Wirbelthieren aus der ersten Mediterranstufe von Eggenburg. [Ext. Sitzb. der k. Ak. der Wissensch. zu Wien, 1895], in-8°, 22 p., 2 pl.

Destinez (*P.*). — Nouveaux fossiles des calcaires de Pair (Clavier). [Ext. Mémoires Soc. géol. de Belgique, t. XXI], in-8°, 12 p., 1895.

Dollfus (*G.*). — Prolongement du bassin houiller du Pas-de-Calais [Ext. Le Génie civil, t. XXVI], in-4°, 2 p., 1895.

Duparc (*L.*) et *Ritter* (*E.*). — Le grès de Taveyannaz et ses rapports avec le Flysch [Ext. C.-R. Ac. Sc., 8 avril 1881].

— Le grès de Taveyannaz et ses rapports avec le Flysch. [Ext. Archives des sciences physiques et naturelles, t. XXXIII], in-8°, 48 p., Genève, 1895.

Fallot (*E.*). — Notice relative à une carte géologique des environs de Bordeaux, in-8°, 48 p. Bordeaux, 1895.

Fornasini (*C.*). — Contributo alla conocenza della microfauna terziaria italiana. Foramniferi delle mare Messinesi della Collezione O. G. Costa, existente nel Museo di Napoli, in-4°, 20 p., 2 pl., Bologne, 1895.

Fritsch. — Fauna der Gaskohle and der Kalksteine der Permformation Bőhmens, Bd. III, in-4°, p. 105-135, pl. 91-123. Prague, 1895.

Frossard (*Ch.*). — Minéraux pyrénéens, in-8°, 4 p., Bagnères de Bigorre, 1894.

Fucini (*Dott. A.*) — Fauna dei calcari bianchi ceroidi, con *Phylloceras cylindricum* Sow. del Monte Pisano, in-8° 230 p., 8 pl. Pise, 1894.

Gagel (*C.*). — Beitrage zur Kentnniss des Wealden in der gegen von Borgloh Œsede und zur Frage des Alters der norddeutschen Wealdbildungen. [Ext. Jahrb. Kőn. preus. geol. Landesanstallt 1893], 21 p., 2 pl., Berlin.

Gaupillat (*G.*). — Les gorges et ponts naturels de l'Argens, de la Siague et du Loup (Var et Alpes-Maritimes). [Ext. Annuaire Club Alpin français], in-8°, 1893.

Gauthier (*V.*). — Echinides crétacés recueillis en Tunisie par M. Aubert [Annexe de la Carte géologique].

Geikie (*James*) et *Chamberlin*. — Classification of Europœan glacial deposits. Classification of American glacial deposits [Ext. Journal of Geology, vol. III], in-8°, 37 p. Chicago, 1895.

Glangeaud (*Ph.*). — Le Jurassique à l'Ouest du Plateau-Central. Contribution à l'histoire des mers jurassiques dans le bassin de l'Aquitaine. [Ext. du Bulletin des Services de la Carte géologique détaillée de la France, T. 50], in-8° 250 p., 1 pl., 1895.

Gosselet (*J.*). — Leçon d'ouverture du cours de Géologie appliquée à l'Agriculture, à l'Industrie et à l'Hygiène de la région du Nord [Ext. Ann. Soc. Géol. du Nord, t. XXIII], in-8°, 1895.

Greco (*B.*). — Sulla presenza della oolite inferiore nelle vicinanze di Rossano-Calabro (Nota preventiva). [Ext. Proc.-Verb. Soc. Toscana di Sc. Nat., 1895], in-8°, 6 p. Pise.

Guebhard (*A.*). — Sur la présence d'*Exogyra virgula* dans le jurassique supérieur des Alpes-Maritimes [Ext. C. R. Ac. Sc., 13 mai 1895].

Harks (*H.-G.*). — A history and description of Magnesian and its base and compounds [Ext. California Miners and Prospectors], San Francisco, 1895.

Harlé (*E.*). Daim quaternaire de Bagnères de Bigorre [Ext. L'Anthropologie, t. VI], in-8°, 5 p., 1895.

Haug (*E.*). — Jurassique [Article extrait de la Grande Encyclopédie], in-4°, 10 p., Paris, 1895.

— Lias [id.], in-4°, 1895.

Haug (*E.*) et *Kilian* (*W.*). — Les lambeaux de recouvrement de l'Ubaye [Ext. C. R. Ac. Sc., 31 décembre 1894].

— Esquisse géologique des environs de Barcelonnette (Basses-Alpes). [Ext. Ann. de l'Univ. de Grenoble], in-8°, 10 p., 1895.

Heimbach (*H.*). — Geologische Neuaufnahme der Farchanter Alpen, in-8°, 30 p., 1 pl., 1 carte. Munich, 1895.

Hennig (*Anders*). — Om Åhussandstenen [Ext. Géol. Fören. i Stockholm Förhandling. Bd. 16], in-8°, 1894.

Hill (*R. T.*). — An outling. Areas of the Comanche series in the Kansas, Oklahoma and New Mexico [Ext. American Journal of science, vol. L], in-8°, 1894.

Hobs (*W. H.*). — A contribution to the Mineralogy of Wisconsin

[Ext. Bulletin of the University of Wisconsin, Science series, vol. 1, n° 4], in-8°, 46 p., 5 pl. Madison, 1895.

Jaccard (*A.*). — Le pétrole, l'asphalte et le bitume au point de vue géologique, in-8°, 292 p. Paris, 1895.

James (*J. F.*). — Remarks on *Daimonelix* or « Devil's Corkscrew » and allied fossils [Ext. American Geologist, vol. XV], in-8°,

— Fossil Fungi translated from the french of R. Ferry with remarks [Ext. Cincinnati Soc. of natural History], in-8°, 5 p.

— Remarks on genus Arthrophycus, Hall [id., 1893], in-8°, 5 p.

— The St-Peter's Sandstone [id., 1894], in-8°, 21 p.

— Studies in problematic organisms, II Genus Fucoides [id.], in-8° , 20 p., 3 pl., 1895.

— The Fucoids of the Cincinnati group [id.], in-8° , 26 p., 4 pl., 1884.

— On the tracks of insects resembling the impressions of plants : translated from the french of R. Zeiller [id.], in-8° , 4 p., 1895.

Johnston Lavis (*H. J.*).— Notes on the Geography, Geology, Agriculture and Economics of Ireland [Ext. Scottish geographical Magazine, 1895], in-8° , pp. 442-465, 6 pl.

— Sulla incluzione di quarzo nelle lave di Stromboli e sui cambiamenti da ciò causati nella composizione della lave [Ext. Boll. Soc. geol. Italiana, t. XIII], in-8° , 16 p., 1 pl.

— et *Pascale Franco*. — On the formation at low temperatures on certains fluorides silicates, oxides.... in the pipernoid tuff of the Campania [Ext. Geol. Magazine], in-8°, 6 p., 1895.

Kayser (*E.*) et *Holtzapfel* (*E.*). — Ueber die stratigraphischen Beziehungen der bóhmischen Stufen F. G. H. Barrande's zum rheinischen Devon, [Ext. Jahrb. der k. k. geol. Reichanstallt, 1894], in-8°, 36 p., Vienne.

Kilian, *Leenhardt*, *Revil*, *Lory*, *Paquier et Sayn*. — Etudes sur la Savoie, le Dauphiné et l'Ardèche, exécutées par MM —. [Ext. Bull. Serv. de la carte géol., C.-R. des Collaborateurs, 1894]·

Kilian (*W.*) et *Penck*. — Les dépôts glaciaires et fluvio-glaciaires du bassin de la Durance. [Ext. C.-R. Ac. Sc., 17 juin 1895].

Kilian (*W.*) et *Zurcher* (*P.*). — Notice sur les régions de Lure et

Castellane (Réunion extraordinaire de la Société géologique dans les Basses-Alpes en 1895), in-8°, 60 p., 15 pl., Grenoble, 1895.

Klément (*C.*). — Sur l'origine de la dolomie dans les formations sédimentaires, [Ext. Bullet. Soc. belge de Géologie. t. IX], in-8°, 23 p. Bruxelles, 1895.

Kossmat (*F.*).— Die Bedeutung der Sudindeschen Kreideformation für die Beurtheilung der geographischen Verhältnisse während der späteren Kreidezeit. [Ext. Jahrb. der k. k. geol. Reichanstallt, 1894], in 8°. 20 p. Vienne.

Kraus (*F.*). — Höhlenkunde, in-8°, 308 p., 3 cartes, 3 pl. Vienne, 1894.

Kuntze (*O.*). — Geogenetische Beitrage, in-8°,77 p. Leipzig, 1895.

Labat (*Dr*). — Etude sur la Bourboule. [Ext. Ann. Soc. d'hydrologie, t, XL], in-8°, 31 p., 1895.

— Voyage en Suisse. Eaux minérales et stations sanitaires, in-8°, 66 p. Paris, 1895.

Lancaster (*A.*). — La pluie en Belgique [Publication de la Société belge de géologie], in-8°, 224 p., 1 carte, 1 pl. Bruxelles, 1894.

Lapparent (*A. de*) — L'exposition sous terre. [Ext. Le Correspondant, 1895].

— Notice nécrologique sur M. Ernest Malard [Ext. Annales des Mines, 1895], in-8°, 39 p.

— La géomorphogénie [Ext. Revue des questions scientifiques 1895].

— Abrégé de Géologie, 3e édition, 1 vol. in-18, 296 p., 1 pl., 1895.

Launay (*L. de*). — Histoire de l'industrie minière en Sardaigne [Ext. Ann. des Mines, 1894], in-8°, 28 p.

— Les richesses minérales de la Nouvelle-Zélande [id.], in-8°, 36 p., 1 pl.

— Les gites métallifères des Etats-Unis [id.], in-8°, 8 p.

— Richesses minérales de Terre-Neuve [id.], in-8°, 12 p.

— Les eaux minérales de Pfaefers-Ragatz (canton de St-Gall) [id.], in-8°, 33 p., 2 pl.

— Les minerais d'argent de Milo [id.], in-8°, 11 p.

— Notices sur les feuilles de Gannat et d'Aubusson [Ext. Bullet. Serv. de la Carte géologique], in-8°, 5 p., 1894.

Lawson (*Andrew.-G.*).— The geomorphogeny of the Coast of Northern California. [Ext. Bullet. of depart. of geology of the University of California] in-8°, 30 p., 1894.

Loeffelholz von Colberg (*C.*). — Die Drehungen der Erdkruste in Geologischen Zeitraümen. — Geologisch Astronomischer Lehrsatz, in-8°. Munich, 1875.

Lorenz (*Dr P.*). — Die Ergebnisse der sanitarischen Untersuchungen der Recruten des Cantons Graubunden (Schweiz) in Jahren 1875-1879, in-4°. Berne, 1895.

Lory (*P.*). — Etudes géologiques dans la chaîne de Belledonne. Note sur la bordure occidentale du bassin d'Allevard [Ext. Ann. Université de Grenoble, t. V], in-8°.

— *Id.* Seconde Note [id., t. VII], in-8°.

Lory (*P.*) *et Sayn* (*G.*). — Sur l'existence d'un détroit sous-marin dans le Crétacé supérieur près de Châtillon-en-Diois [Ext. C. R. Ac. Sc., 4 février 1895].

Lyman (*B. Smith*). — Report of New Red of Buchs and Montgomery Counties [Ext. Pennsylvania States Geol. Summary], in-8°. Philadelphie, 1895.

— Folds and faults in Pennsylvania Anthracite-Beds [Ext. American Institute of Mining Engineers, Atlanta Meeting, 1895], in-8°.

Maindron. — L'ancienne Académie des Sciences. Les Académiciens (1666-1783), in-8°, 90 p. Paris, 1895.

Malloizel (*G.*). — Armand de Quatrefages de Bréau. Liste chronologique de ses travaux [Ext. Soc. d'Hist. nat. d'Autun, t. VI], in-8°, 152 p., 1 portrait.

Marsden Manson. — Geological and Solare Climates. Their causes and variations. A thesis. in-8°, 49 p. San Francisco, 1895.

Martel (*E.-A.*). — La Spelœologie [Ext. Assoc. française. Congrès de Besançon], in-8°, 1893.

— La rivière souterraine de Bramabiau (Gard, 1888-1892). [Ext. Bullet. Soc. de géographie, 1893], in-8°.

— Sous terre. Recherches dans le Lot en 1892-1893, in-8°. Brive, 1893.

— Sous terre, Sixième campagne 1893 [Ext. Ann. Club Alpin français, 1893], in-8°.

— Sur la température des cavernes [Ext. C. R. Ac. Sc., 12 mars 1894].

— Les Abîmes, in-8°, VIII, 580 p. Paris, 1894.

Martel et Gaupillat. — Compte-rendu sommaire de la 5e campagne souterraine de MM. —. [Ext. C.-R. Séances Soc. de géographie de Paris, 1892].

— Sous terre (5e campagne), 1893 [Ext. Ann. Cl. Alpin français, 1892], in-8°.

Martel et Rivière. — Sur la caverne de Boundoulaou (Aveyron). [Ext. C.-R. Ac. Sc., 19 juin 1893].

Martin (David). — Formations caillouteuses de la vallée de la Durance [Ext. Soc. d'étude des Hautes-Alpes, 1895], in-8°, 22 p.

Martorelli. — Monografia illustrata degli Ucelli di Rapina in Italia [Ext. Memorie del Museo di sc. nat. di Milano], in-4°, 210 p.

Mermier (E.). — Sur la découverte d'une nouvelle espèce d'Acerotherium dans la Molasse burdigalienne du Royans [Ext. Ann. Soc. linn. de Lyon, 1895], in-8°, 31 p., 1 pl.

Merrill (G. P.). — Desintegration of the granitic Rocks of the district of Columbia [Ext. Bullet. geol. Soc. of America, vol. VI], in-8°. Rochester, 1895.

Meunier (St.). — Les Météorites, in-8°, 228 p. Paris, 1895 (Don des éditeurs *MM. Masson et Gauthier-Villars*).

Meunier (St.). — La géologie comparée, in-8°, 296 p., 1895 (Don de l'éditeur *M. F. Alcan*).

Michel Lévy (A.). — Notice sur les travaux scientifiques de M. —. in-4°. Paris, 1894.

Miquel (J.). — Note sur la géologie des terrains primaires du département de l'Hérault. Essai de stratigraphie générale, in-8°, 28 p., 2 pl. Béziers, 1895.

Miquel (J.). — Essai sur l'arrondissement de Saint-Pons, 1er fascicule. Saint-Pons préhistorique et gallo-Romain, in-8°, 68 p., 1 carte. Montpellier, 1895.

Mortillet (G. de). — Présentation à la Société d'Anthropologie d'une classification palethnologique [Ext. Bulletin Soc. d'Anthrop. de Paris], in-8°, 6 p.

Mouret (*G.*). — Notice sur la feuille de Tulle [Ext. Bull. Serv. Carte géol. de France, n° 44], 1895.

Mourlon (*Michel*). — Le Service de la carte géologique et les conséquences de sa réorganisation [Ext. Bullet. Ac. Roy. de Belgique, 1894], in-8°.

Munier-Chalmas. — Note préliminaire pour servir à l'étude paléontologique des Mollusques acéphales, in-8°, 8 p., 1895.

Nathorst (*A. G.*). — Sveriges Geologi, 2 vol. Stockolm, 1894.

Ordonez (*Ez.*). — Un fragmento de roca granitica encontrado en el Volcán Ceboruco, in-4°. Mexico, 1894.

Palmer (*C.*) *et Stoddard* (*W B.*). — The dyke of the Columbia Vein in Ward district Boulder County Colorado [Ext. Colorado scientific Soc. in Denver], in-8°, 6 p.

Papavasiliu (*S.*). - Zum grossen Dislokationsbeben von Lokris in April 1894, in-8°, 35 p. Athènes, 1895.

Paquier (*V.*). — Sur les gypses des environs de Serres (Hautes-Alpes) et de Nyons (Drôme) [Ext. C.-R. Ac. Sc., 13 mai 1895].

Parandier (*A.-N.*). — Vue générale sur les travaux de l'Académie de Besançon et utilité de la géologie dans les recherches archéologiques, in-8°. Besançon, 1862.

— Application de la géologie à la recherche des chaux et ciments hydrauliques sur le tracé du canal de la Marne au Rhin [Ext. Ann. des Ponts et Chaussées, 1840].

Perner (*Dr Jaroslav*). — Etudes sur les graptolites de Bohême ; 2me partie, Monographie des graptolites du centre de la Bohême [suite au Système Silurien de Barrande]. Edition française, in-4°. Prague, 1895.

Pompeckj (*J.-F.*). — Ammoniten des Rath [Ext. Neues Jahrb. für Mineralogie Bd. II] in-8°, 46 p., 2 pl., 1894.

Prestwich (*J.*) — Collected papers on some controverted questions of Geology, in-8°. Londres, 1895.

— On certain phenomena belonging to the close of the last geological period and on their bearing upon the tradition of the flood, in-8°, 1895.

Ramond (*G*). — Asie-Mineure et Océanie (Revue pour 1893) [Ext. Ann. Géol. universel, t. X], in-8°, p. 655-678.

— Etude de géologie sur le bassin de Paris. Note sommaire sur l'aqueduc-égout de Clichy-Achères [Ext. Ass. franc. Congrès de Caen], in-8°, 4 p., 1 pl., 1894.

Renevier (*E.*). — Rapport annuel des conservateurs du musée de Lausanne (Géologie par M. Renevier) pour 1893, in-8°.

Revil (*J.*). — Notice sur les travaux géologiques de Louis Pillet. [Ext. Bullet. Soc. d'Hist. nat. de Savoie], in-8°. Chambéry, 1895.

— Note sur le vallon de Naves (Tarentaise) et sa prolongation vers le Nord [Ext. Bullet. Serv. Carte géol. de France, t. VII, n° 44] in-8°, 4 p., 1895.

Revil et *Douxami*. — Sur le miocène de la vallée de la Novalaise [Ext. C.-R. Ac. Sc., 16 juin 1895.

Reyer. — Geologische und geographische Experimente. (Theil III-IV).

Rolland (*G.*). — Hydrologie du Sahara Algérien (Documents relatifs à la mission de Laghouat publiés par le Ministère des Travaux Publics), in-4°, 425 p., 1894.

Roth (*S.*) — Rectificaciones sobre la denticion del Toxodon. [Ext. Rev. del Museo de la Plata], in-4°, 23 p., 7 pl., 1895.

Sacco (*F.*). — Essai sur l'Orogénie de la Terre, in-8°, 51 p., 1 pl. Turin, 1895.

— L'apparato morenico del lago l'Iseo [Ext. Ann. della R. Soc. d'Agric. di Torino, vol. XXXVII], in-8°, 35 p., 1 pl., Turin, 1894.

— Trionici di Monteviale [Ext. R. Ac. di Sc. di Torino, Appunti paleontologici], in-8°, 8 p., 1 pl. Turin, 1895.

— Schema orogenetico dell' Europa [Ext. Cosmos di Guido Cora Ser. II, vol. XII], in-8°, 8 p., 1 pl. Turin, 1895.

— Les rapports géotectoniques entre les Alpes et les Appennins [Ext. Bullet. Soc. Belge Geol. Pal. Hyd., t. IX], in-8°, 17 p., 1 pl. Bruxelles, 1895.

Sauvage (*H.-E.*). — Les Reptiles du terrain jurassique supérieur du Boulonnais [Ext. C.-R. Ac. Sc., 26 novembre 1894].

Scudder (*Samuel H.*). — The fossil Cockroaches of North America, in-4°, 7 p., 1895.

Suess (*E.*). — Beitrage zur Stratigraphie Central Asiens (Ext. C. R. Ac. de Vienne], in-4°, 38 p., 1 pl. Vienne, 1894.

Szechenyi (Graf Bela). — Die Wissenschaftlichen Ergebnisse der Reise des Grafen — in Ostasien (1877-1880), vol. I (Beobachtungen während der Reise), in-4°, CCLII-1851 p., 1 carte et atlas de 32 cartes. Vienne, 1893. Don de *M. de Margerie.*

Tournier (*Abbé*) et *Guillon* (*Ch.*). — Les hommes préhistoriques dans l'Ain, in-8°, 130 p., 7 pl. Bourg, 1895.

Trabucco (*G.*). — Se si debba sostituire il termine di Burdigaliano a quello di Langhiano nella Serie Miocenica, in-8°, 9 p. Pise, 1895.

— Sull' età geologica del Macigno di Firenza [Ext. Bolletino Soc. Geol. italiana, vol. XIV], in-8°, 1895.

— Sulle nummulliti dell' arenaria macigno del bacino eocenico di Firenze [id.], in-8°, 1895.

— Sulla vera posizione del terreni eocenici dei monti del Chianti [id.].

Whitney (*J.-D.*). — Studies in geographical and topographical nomenclature. Names and Places, in-16, 29 p. Cambridge, 1888.

— The United States. Facts and figures illustrating the physical geography of the country and its material resources [Ext. Encyclopedia Britannica], 1 vol. in-8°, Boston, 1889.

— The United States. Supplément I. Population ; Immigration ; Irrigation. 1 vol in-8°, Boston, 1894.

Zittel (Karl.-A.). — Traité de Paléontologie (traduction de *M. Barrois*). Paléozoologie, t. IV, 1 vol., 1894.

Zujovìc. — Géologie de la Serbie, t. I. Géologie régionale (en Serbe), 1 vol. et atlas.

Etudes sur le terrain houiller de Commentry : Faune ichthyologique et entomologique, par Ch. Brongniart; Sur des débris d'Arthropleura, par M. Boule. — Texte et atlas offerts par *M. Fayol.*

Cartes

Carte des environs de Paris au 1/50000 (*M. Barrère*, éditeur).

Carte hypsométrique, en relief, de l'Espagne (reproduction phototypique). Don de *M. de Botella y de Hornos.*

Photographies

Photographies des travaux de l'aqueduc d'Achères. Don de *M. Ramond.*

Ouvrages achetés

Dana. — Manual of Geology. Fourth Edition, 1 vol. New-York, 1895.

Annals for british geology, for 1890-1891-1892, 3 vol., in-8°.

Geologist et geological Magazine, 1858-1875, 17 volumes.

II. — Périodiques

(*Bulletins et Mémoires des Sociétés savantes et des Services officiels, Revues, etc*).

France. — Paris. — Académie des Sciences. Comptes Rendus hebdomadaires, t. CXIX, nos 25-27 et tables (1894, 2e semestre); t. CXX, nos 1-25 (1895, 1er semestre); t. CXXI, nos 1-24 (1895, 2e semestre).

— Annales des Mines, 9e série, t. VI (1894), n° 12; t. VII, nos 1-6; t. VIII, nos 7-11 (1895).

— Annuaires des Bibliothèques et des Archives pour 1895.

— Annuaire Géologique Universel. Année 1893, t. X, nos 2-3 (Mai-Juillet 1895).

— L'Anthropologie, t. V, n° 6 (1894); t. VI, nos 1-5. 1896.

— Association française pour l'Avancement des Sciences, 23e Session à Caen (1894) (Don de *M. Ch. Schlumberger*).

— Club Alpin français. Annuaire, 21e année, 1894 (1895).

— — Bulletin mensuel, 1894, n° 12; 1895, nos 1-11.

— — Section Vosgienne. Bulletin. 13e année (Août-Novembre 1894).

— Journal de Conchyliologie, t. XLII, nos 2-4.

— Journal des Savants, 1894, Novembre-Décembre; 1895, Janvier-Octobre.

— Ministère de l'Instruction Publique. Mission scientifique au Mexique et dans l'Amérique centrale. 3e part., *Bocourt* et (*A*) *Duméril*.

Etude sur les Reptiles et les Batraciens (1 fascicule); 7e part., t. II, *P. Fischer* et *H. Crosse*. Etude sur les Mollusques terrestres et fluviatiles (3 fascicules).

— Ministère des Travaux Publics. Chemin de fer transsaharien. Mission au Sud de l'Algérie, dirigée par M. A. Choisy. Texte. Vol. III.

— Muséum d'Histoire naturelle. Nouvelles Archives, 3e série, t. VI (1894), fascicule 2; t. VII (1895), fascicule 1.

— — Bulletin 1895, nos 1-6.

— La Nature, 23e année, nos 1125-1126 (1894); 24e année, nos 1127-1176 (1895).

— Le Naturaliste, 17e année (1895), nos 188-210.

— Revue des Travaux scientifiques, t. XIV, nos 7-10 (1894); t. XV, nos 1-5 (1895).

— Services de la Carte Géologique et des Topographies Souterraines. Bulletin, t. VI, nos 41-43; t. VII, nos 44-48.

— — Gîtes minéraux de la France. Bassin houiller du Pas-de-Calais, 1re partie. Sous-arrondissement minéralogique d'Arras, par *A. Soubeiran* (1 vol. et atlas), 1895.

— Société Botanique de France, Bulletin, t. XL (2e série, XV). Session extraordinaire 1893; t. XLI (3e série, I), Novembre-Décembre 1894; t. XLII, Janvier-Juillet 1895.

— Société de Géographie. Bulletin, 7e série, t. XV, 3e et 4e trimestres 1894; t. XVI, 1er et 3e trimestres 1895.

— — Comptes Rendus des Séances, 1894, nos 17-19; 1895, nos 1-13.

— Société française de Minéralogie, t. XVII, no 7 (1894); t. XVIII, nos 1-6 (1895).

— Société Zoologique de France. Bulletin, t. XIX (1894).

— — Mémoires, t. VII (1894).

— Société d'Anthropologie de Paris. Bulletin, 4e série, t. V, nos 7-10 (1895); t. VI, nos 1-4 (1895).

— Statistique de l'Industrie Minérale en France et en Algérie pour l'année 1893.

Amiens. — Société Linnéenne du Nord de la France. Bulletin mensuel, t. VII, nos 268-275 (1894-1895).

AUTUN. — Société d'Histoire naturelle d'Autun, 7e bulletin (1894).

— — Procès-verbaux des séances de 1894.

AUXERRE. — Société des Sciences historiques et naturelles de l'Yonne. Bulletin, année 1894 (48e vol.), année 1895 (49e volume).

AVIGNON. — Académie de Vaucluse. Mémoires, t. XIV, 1er, 2e et 3e trimestres 1895.

BELFORT. — Société belfortaine d'émulation. Bulletin n° 14 (1895).

BÉZIERS. — Société d'étude des Sciences naturelles. Mémoires, vol. XVI, année 1893 ; vol. XVII, année 1894.

BORDEAUX. — Société Linnéenne de Bordeaux. Actes, vol. XLVI (5e série, t. VI), 1893 ; vol. XLVII (5e série, t. VII), 1894.

BOURG. — Société des Sciences naturelles de l'Ain. Bulletin n° 2, 1er et 2e semestres 1895.

CAEN. — Laboratoire de géologie de la Faculté des Sciences. Bulletin 2e année, n° 5 (1895).

— Société Linnéenne de Normandie. Bulletin, 4e série, 8e vol., 4e fasc. (1894) ; 9e vol., 1er fasc. (1895).

— — Mémoires. XVIIIe vol., fasc. 2-3 (1895).

CARCASSONNE. — Société d'études scientifiques de l'Aude. Bulletin, t. VI (1895).

CHAMBÉRY. — Société d'Histoire naturelle de Savoie. Bulletin, 1re série, t. VII, n° 3 (1894).

CHARLEVILLE. — Société d'Histoire naturelle des Ardennes, 1re année, 2e fasc. (1894).

DUNKERQUE. — Société Dunkerquoise pour l'encouragement des lettres, des sciences et des arts. Bulletin, 1894, fasc. II ; 1895, fasc. I.

— — Mémoires, 27e vol.

ÉPINAL. — Société d'émulation du département des Vosges. Annales, LXXIe année (1895).

EVREUX. — Société libre d'agriculture, sciences, arts et belles lettres de l'Eure, Ve série. t. II, année 1894.

GRENOBLE. — Laboratoire de géologie de la Faculté des Sciences. Travaux, t. III (1894-1895), fasc. I.

La Rochelle. — Société des sciences naturelles de la Charente-Inférieure. Annales 1893, n° 30.

Lille. — Société géologique du Nord. Annales, t. XXII (1894), 3e et 4e livrais., t. XXIII (1895), 1re, 2e, 3e liv.

Lyon. — Société d'anthropologie de Lyon. Bulletin, t. XIII (1894).

Moulins. — Revue scientifique du Bourbonnais et du centre de la France, 7e année (1894), n° 84, VIIIe année (1895), nos 85-95.

Pau. — Ponts et chaussées. Service hydrométrique du bassin de l'Adour. Résumé des observations centralisées pendant l'année 1892 par MM. de Miniac et Massenet; — pendant l'année 1893 par MM. Belleville et Massenet.

Saint-Étienne. — Société de l'Industrie Minérale. Comptes-rendus mensuels, 1894, octobre-décembre ; 1895, janvier-novembre.

— — Bulletin, 3e série, t. VIII, 3e, 4e liv. 1894 ; t. IX, 1re, 2e liv., 1895.

Toulouse. — Service hydrométrique du bassin de la Garonne. Résumé des observations centralisées pendant l'année 1893.

— Société d'histoire naturelle de Toulouse. Bulletin, XXVIIe année, 1893 ; XXVIIIe année, 1894, janvier-mars.

Troyes. — Société académique d'agriculture, des sciences, arts et belles lettres du département de l'Aube. Mémoires, t. LVIII, (3e série, t. XXXI).

Alsace-Lorraine. — Colmar. — Société d'histoire naturelle. Bulletin, nouvelle série, t. II (1891 à 1894).

Mulhouse. — Société industrielle de Mulhouse. Bulletin, 1894, novembre-décembre ; 1895, janvier-août.

— — Programme des prix à décerner en 1896.

Strasbourg. — Abhandlungen zur geologischen Specialkarte von Elsass-Lothringen. Erlaüterungen zur Blätter Saareinsberg-Saargemund. Band. V. Heft. 3-4.

— Geologische Specialkarte von Elsass-Lothringen 1 : 25.000. Blatt. 26 et 52. Saargemund, Saareinsberg.

Allemagne. — Berlin. — Deutsche geologische Gesellschaft. Zeitschrift. vol. XLVI, nos 2-4 (1894), vol. XLVII, n° 1 (1895).

— Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin. Verhandlungen, vol. XXI, n° 10 (1894), vol. XXII, n°s 1-9 (1895).

— — Zeitschrift, vol. XXIX (1894), n° 6, vol. XXX (1895), n°s 1-5.

— K. Akademie der Wissenschaften. Sitzungsbericht, *e*, XXXIX-XLIII (oct.-déc. 1894) ; I, XXXVIII (1895).

— K. Preussische geologische Landesanstallt. Abhandlungen. Neue Folge, Heft. 16-17-19.

— — Jahrbuch, vol. XIV, für 1893.

Bonn. — Naturhistorischen Verein der preussischen Rheinlande. Westfalens und der Reg. Bezirks Osnabrück. Verhandlungen. 51 Jhrg. (6e Folge 1 Jhrg.) (1894), 1 Hälfte.

Breslau. — Schlesische Gesellschaft für vaterländische Cultur. 62 Jahresbericht 1894 (1895).

Cassel. — Geognostiche Jahreshefte, 7e Jhrg. 1894 (1895).

Frankfurt A. O. — Helios, Jahrg. 12, n°s 1-12 (1894-1895) ; Jahrg. 13, n°s 1-6 (1895).

— — Societatum litterae, Jahrg. 8, n°s 1-12 (1894) ; Jahrg. 9, n°s 1-9 (1895).

Frankfurt A. M. — Senkenbergische Naturforschende Gesellschaft Bericht, 1895.

Gotha. — Petermann's Mitteilungen, vol. XL (1894), n° 12 ; vol. XLI (1895), n°s 1-11.

— — Ergänzungshefte, n°s 101-111 (1891 à 1894) et 114-116.

Heidelberg. — Grossherzoglisch-Badische geologische Landessanstallt. Geologische Specialkarte der Grossherzogthums Baden Blatt : Oberwolfach-Schenkenzell, Petersthal-Reichenbach.

— — Erlaüterungen derselben.

Leipzig. — Geographische Zeitschrift. 1 Jahrg. Heft 1 (1895).

— Geologische Specialkarte des Königreichs Sachsen Blatt. 65 (Wilsdruff Postchappel), 71 (Lobau Neusalza), 72 (Lobau Herrnhut).

— — Die Erzgänze des Annaberger Bergreviers, von *H. Muller*.

— Verein für Erdkunde zu Leipzig. Mitteilungen, 1894 (1895).

— — Wissenschaftliche Veröffentlichungen Bd. 2 (Anthropogeographische Beiträge).

— Zeitschrift für Naturwissenschaften Bd 68. Heft. 1-2.

STUTTGART. — Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Wurtemberg 51 Jahrg. (1895).

— Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paleontologie, 1895, vol. I. Heft. 2-3, vol. II. Heft. 1-3.

— — Beilage, Bd X Heft 1 (1895).

Autriche-Hongrie. — BUDAPEST. — Földtanikőzlöny, t. XXIV, nos 6-12 (1894), t. XXV, nos 1-5 (1895).

— Geologische Specialkarte der Länder der ung. Krone 1/75000. Blatt: Marmaros Sziget (zone 14, col. XXX).

— — Erläuterungen. Ungebung von Marmaros.

— Ungarische geologische Anstalt. Jahresbericht für 1892.

— — Mitteilungen (édition allemande), IX, no 7, X, no 6.

— — — (Edition hongroise), X, no 6 ; XI, nos 1-6 ; XII, no 1.

CRACOVIE. — Académie des sciences. Bulletin International. Compte rendu des séances. Année 1894, novembre-décembre. Année 1895, janvier, mars, mai, juillet.

— Pamietnik Academii Umiejetcnósci, t. XVIII.

— — Sprawozdanie Komisyi fizyograficznèj, t. XXIX (1894).

PRAGUE. — Kön. Böhm. Gesellschaft der Wissenschaften. Jahresbericht für dar Jahr, 1894.

— — Sitzungsberichte, mathematisch-naturwissenschaftliche Classe, 1894.

VIENNE. — Berg-und Hüttenmännisches Jahrbuch. XLII, Heft. 3-4 (1894) ; XLIII, Heft 1 2 (1895).

— K. Akademie der Wissenschaften. Sitzungsberichte Bd. CII, Heft VIII-X (1893). Bd CIII, Heft I-X (1894).

— — Denkschriften Bd. 60 et 61.

— K. K. Geologischen Reichsanstalt. Verhandlungen, 1894, nos 10-18 ; 1895, nos 1-9.

— K. K. Naturhistorischen Hofmuseum. Annalen. Band. IX, nos 1-4 (1894).

Belgique. — Bruxelles. — Académie royale de Belgique. Annuaire, 1894 et 1895, années 60 et 61.

— — Bulletins, 3e ser., t. 25-28.

— — Mémoires 50 (2e part.), 51 et 52.

— — Mémoires couronnés, in-8°, t. 47, 50, 52.

— — — in-4°, t. 53.

— Institut international de bibliographie. Bulletin 1895, n° 1.

— Société belge de géologie, de paléontologie et d'hydrologie. Bulletin, t. VI (1892), fasc. 3, t. VII (1893), fasc. 2-3; t. VIII (1894), fasc. 1-3.

Liège. — Société géologique de Belgique. Annales, t. XX, 1892-93, 3e livraison (1895); t. XXI, 1893-94, 3e livraison (1895); t. XXII, 1re livraison.

Canada. — Hamilton. — Hamilton Association. Journal and Proceedings, session of 1894-95.

Ottawa. — Geological Survey of Canada (Dawson Director) Palœozoïc fossils (vol. III, part. II), 1895.

— — Maps of the principal auriferous creeks in the Cariboo District.

— — Maps 379-380-550-551.

— Société Royale du Canada. Mémoires et comptes rendus pour l'année 1894, t. XII (1895).

— — — Index général I-XII.

Chili. — Santiago. – Société scientifique du Chili. Actes, t. VI, liv. 4-5.

Danemark. — Copenhague. — Académie royale des sciences et des lettres. Bulletin pour l'année 1894, n° 2 (mars-mai), n° 3 (octobre-décembre). Bulletin pour l'année 1895, n° 1 (janvier-mars).

— — Mémoires (Section des sciences), t. VII, n° 10.

— — Danmarks Geologiske Undersøgelse, nos 1 (1890), 21 (892), 3 (1893), 5 et 6 (1894).

Espagne.— Madrid.—Real Academia de Ciencias. Anuario 1895.

— — Memorias, t. XVI.

— Sociedad Española de Historia natural. Anales, série II, t. IV.

Etats-Unis. — Albany. — New-York State Museum. Bulletin, vol. 3, nos 12 et 13 (1895).

— — 47th Annual Report of the Regents of the University for the year 1893.

— — Palœontology of New-York, vol. VIII : An introduction to the study of the genera of Palœozoic Brachiopoda, part. II, by *J. Hall.*

Berkeley. — University of California. Department of Geology. Bulletin, vol. I, nos 9-10 (1895).

Boston. — American Academy of arts and sciences. Proceedings, New Series, vol. XXI.

— Boston Society of Natural History. Memoirs, vol. III, no XIV.

— — Proceedings, vol. XXVI, part. II et III (novembre 1893, mai 1894).

— — Occasional Papers IV (1894) : Geology of Boston Bairn by *W. O. Crosby*, vol. I, part. II.

Cambridge.—Museum of Comparative Zoology at Harvard College. Annual Report of the Curator for 1893-94.

— — Bulletin, vol. XVI, no 15 (1895) ; vol. XVII, nos 1 et 5 (1895) ; vol. XXV, nos 11-12 (1894) ; vol. XXVI, nos 1 et 2 (1895) ; vol. XXVIII, nos 1-4 (1895).

— — Memoirs, vol. XVII, no 3, vol. XVIII (1895).

Chicago. — The Journal of Geology, vol. I, no 8 ; vol. II, no 8 ; vol. III, nos 1-7.

Denver.— Colorado Scientific Society. Proceedings, vol. IV (1892-1893) et trois fascicules 1894.

Des Moines. — Iowa Geological Survey, vol. III.

— Iowa Academy of Sciences. Proceedings for 1893 ; vol. II, Proceedings for 1894.

Granville. — Denison University. Bulletin of the scientific Laboratory, vol. VIII, part. I-II.

Michigan. — Michigan Minning School. Catalogue, 1892-1894.

MINNEAPOLIS. — Geological and Natural History Survey of Minnesota. Bulletin, n° 10.

— The American Geologist, vol. XIV, n°s 4-6 (1894); vol. XV, n°s 1-7 (1895); vol. XVI, n° 2 (1895).

NEW-HAVEN. — The American Journal of Science. Vol. XLIX, n° 288-294; vol. L, n°s 295-300 (1895).

— Connecticut Academy. Transactions. Vol. IX, part II.

NEW-YORK. — Academy of Science. Annals, vol. VII. Index, vol. VIII, n° 5 (1895).

— — Transactions, vol. XIII (1893-1894).

— American Institute of Mining Engineers. Transactions. Vol. XXIV, février-octobre 1893.

— American Museum of Natural History. Annual Report for the year, 1894.

— — Bulletin, vol. VI (1894).

PHILADELPHIA.— Academy of Natural Science. Journal, 2^d séries, vol. IX, part 4 (1895); vol. X, part 2 (1894).

— — Proceedings 1894, part II (mai-septembre); part III, (octobre-décembre); 1895, part I (janvier-mars).

— American philosophical Society. Proceedings, vol. XXII, n° 143 (mai 1893); vol. XXIII, n° 146 (juillet-décembre 1894); vol. XXIV (1895).

— — Transactions. New series, vol. I-XIII; XIV, part 1-2; XV, part 1-2; XVIII, part 2.

ROCHESTER. — Geological Society of America. Bulletin, vol. 6 (1895).

SACRAMENTO. — California State Mining Bureau. 12 th Annual Report of the State Mineralogist, 15 septembre 1894.

SALEM. — American association for the Advancement of Science. Proceedings 42^d meeting (1893); 43^d meeting (1894).

— Essex Institute. Bulletin, vol. 26.

WASHINGTON. — Smithsonian Institution. Smithsonian Miscellaneous Collections, n°s 854, 969-970.

— — Smithsonian Report for 1893; idem for 1891-1892, Report of the U. S. National Museum).

— — U. S. Bureau of Ethnology; 11th annual Report 1889-90; 12th annual Report (1890-1891).

— — — List of the Publications (1894).

— — — *V. H. Holmes.* An ancient Quarry in Indian Territory (1894).

— — — Contributions to North American Ethnology, vol. XI (1893). *J. Mooney* : The Siouan Tribes of the East. *G. Fowke* : Archeologic Investigations in James and Potomac Valleys. *Fr. Boas*: Chinook Texts.

— U. S. geological Survey 14th annual Report ; part I, Report of the Director; Part 2, Accompanying papers.

— — Bulletin, nos 118-122 (1894).

— — Geologic Atlas of the United States, folio 1-6, 8-12.

— — . Monographs. vol. XXIII, Geology of the green Mountains in Massachusetts by *Pumpelly, Wolff & Dale* ; vol. XXIV, Mollusca and Crustacea of Miocene of New Jersey by *Whitfield.*

Grande-Bretagne.—British Association for the Advancement of Science. Report of the 64d meeting at Oxford, 1894.

Dublin. — Royal Irish Academy, Proceedings, vol. III, no 3 (1894).

Londres.— Geological Magazine, New series Decade, IV, nos I-XII.

— Geological Society of London. Proceedings, no 632 (1894); nos 633-648 (1895).

— — Quarterly Journal, vol. LI, nos 201-204 (part 1-4, 1895).

— — Geological litterature during the year ending december 1894.

— Geological Survey of the United Kingdom. Annual Report of director general for the year end. December 1894 (appendix E.).

— Geologist's Association. Proceedings, vol. XIV, nos 1-5.

— Royal Society. Philosophical transactions for the year 1894, vol. 185, part I, (A et B), part II (A et B).

— — Proceedings, vol. LVII, nos 350-352.

Newcastle. — Institute of the North of England Mining and Mechanical Engineers. Annual Report 1893-1894.

— — Transactions, vol. XLIII, part 5-6 ; vol. XLIV, part 1-4, and appendix.

— — Report of the Proceedings of flameless Explosives Committee, nos 1 (1894) ; 2 (1895).

Indes anglaises. — Calcutta. — Geological Survey of India. Memoirs, vol. XXVII, n° 4 (1894).

— — Records, vol. XXVIII, parts 1-3 (1895).

Indes Orientales Néerlandaises. — Jaarboek van het Mijnwezen in Nederlandsch-Oost-Indië, 24 jaarg. 1894.

Italie. — Florence. — Bolletino delle Publicazioni Italiane, nos 216-238.

— — — Indice alfabetico delle opere 1893.

Milan. — Società italiana di Scienze Naturali. Atti vol. XXXV, fasc. 1-2 (1895).

— Giornale di Mineralogia. Cristallografia e Petrografia, vol. V, n° 3 (1894), n° 4 (1895).

Palerme. — Annales de Géologie et de Paléontologie publiées par le marquis A. de Gregorio, 18e livraison (mars 1895).

Pise. — Società Toscana di Scienze Naturali, processi verbali, vol. IX (Luglio-Novembre 1894) (Gennaio-Marzo 1895).

Rome. — Real Comitato geologico d'Italia. Bolletino ; Anno 1894, n° 4; anno 1895, nos 1-3.

— Real Academia dei Lincei. Atti rendiconti, classe di scienze fisiche, matematiche e naturali. Anno 1894, vol. III, fasc. 10-12 ; anno 1895, vol. IV (1° sem.) fasc. 1-2 ; (2° sem). fasc. 1-10.

— — Rendiconti dell' adunanza solenne del 9 giugno 1895.

— Societa Geologica Italianà. Bolletino, anno XIII, fasc. 2-3 ; anno XIV, fasc. 1 (1895).

— Societa Sismologica Italianà. Bolletino, vol. 1, n° 2-6.

Turin. — Academia delle Scienze di Torino. Atti, vol. XXIX, Desp. 11-14 (1893-94), vol. XXX, Desp. 1-11 (1894-95).

— — Memorie, serie II, t. XLIV.

— — Bulletin des musées de zoologie et anatomie comparée de l'Université. vol. IX, n° 171 (avril 1894).

Japon. — Tokyo. — Imperial University. Journal of the College of Science, vol. III, parts 2-3 (1894), 5 (1895).

— Geological Survey of Japan 1 : 200000. Reconnaissance Map, divisions IV et V.

Luxembourg. — Publication de l'Institut Grand-Ducal. (Section des sciences mathématiques et naturelles), t. XIII, 1894.

Mexique. — Mexico. — Comision geológica de México. Boletin, n° 1.

— Sociedad cientifica « Antonio Alzate. » Memorias, vol. VII (1893-1894) n°s 11-12, vol. VIII (1894-1895), n°s 1-4).

— La Naturaleza, 2^d^ série, t. II, n°s 5-7 (1893-1894).

Nouvelles Galles du Sud. — Sydney. — Geological Survey of New South Wales. Records, vol. IV, parts 3-4 (1895).

— — Memoirs. Paleontology, n°s 8-9.

— Royal Society of New South Wales. Journal and Proceedings, vol. XXVIII 1894.

— Australian Museum. Annual Report of the Trustees for the year, 1894.

— — Records, vol. II, n° 6.

— Department of Mines and Agriculture. Annual Report for the year, 1894 (1895), in-4°.

Pays-Bas. — Harlem. — Archives néerlandaises des sciences exactes et naturelles, t. XXVIII, livrais. 5; t. XXIX, livrais. 1-3.

Portugal. — Lisbonne. — Direction des travaux géologiques du Portugal. Nouvelles contributions à la flore mésozoïque, par *M. de Saporta*, avec notice stratigraphique par *M. Choffat*, in-4°, 1894.

Porto. — Revista de sciencias naturaes et sociaes, vol. III, n° 12; vol. IV, n° 13 (1895).

République Argentine. — La Plata. — Museo de la Plata. Anales, 1890-91. Primera parte.

— — Paleontologia Argentina, III (1894).

— — Revista del Museo de la Plata, t. VI, parte I.

— Revista de la Faculdad de Agronomia.... n° 10.

Russie. — Helsingfors. — Société de géographie de Finlande. Travaux géographiques exécutés en Finlande jusqu'en 1895. (Communication faite au Congrès de Londres, 1895).

Moscou. — Société impériale des naturalistes. Bulletin 1894, nos 2-4 ; 1895, no 1.

St-Pétersbourg. — Académie impériale des sciences. Bulletin, 5e série, t. I, nos 2-4 (1894) t. II, nos 1-5 (1895).

— — Mémoires, t. XLII, nos 3 et 5 (1895).

— — — Classe physico-mathématique, vol. 1, nos 1 2.

— Comité géologique. Bulletin 1893, nos 8-9 ; 1894 nos 1-7.

— — — Supplément au t. XIII. Bibliothèque géologique de la Russie, 1893 (1894).

— — Mémoires, t. VIII, nos 2-3 ; t. IX, no 3 ; t. XIV, no 1.

— Société des naturalistes. Comptes rendus des séances, 1895, nos 1-4.

— — Travaux. Section de géologie et minéralogie, vol. XXIII (1895).

— Société impériale minéralogique. Sapiski (Verhandlungen). 2e série, t. XXXI (1894).

Suède. — Lund. — Acta universitatis Lundensis. Lunds Universitets Års Skrift, t. XXX (1893-1894).

Stockolm. — Geologiska Föreningens i Stockolm Förhandlingar, Band XVI (1894).

— Meddelanden fran Upsala Universitets mineralogisk, geologiska Institution, nos 1-10 (1891-1895).

Upsala.— Geological Institution of the University of Upsala. Bulletin, vol. II, part. I (1895).

Suisse. — Berne. — Matériaux pour la Carte Géologique de la Suisse, livrais. 33.

Coire. — Naturforschende Gesellschaft Graubündens ; Jahresbericht. Neue Folge. Bd. XXXVIII ; Vereinsjahr. 1894-95.

Genève. — Archives des Sciences Physiques et Naturelles, 3e période, t. XXXII, no 12 (1894) ; t. XXXIII, nos 1-6 (1895) ; t. XXXIV, nos 7-11 (1895).

— Société de physique et d'histoire naturelle. Mémoires, vol. XXXII, 1re partie (1894-95).

LAUSANNE. — Société géologique suisse. Eclogæ Geologicæ Helvetiæ, vol. IV, nos 3 (1894), 4 (1895).

— Société vaudoise des sciences naturelles. Bulletin, 3e série, t. XXX, no 115 ; t. XXXI, no 117 (1895).

ZURICH. — Naturforschende Gesellschaft Vierteljahrsschrift; 39 Jahrg, Heft. 3-4, 40 Jahrg., Heft. 1-2 (1895).

Victoria. — MELBOURNE. — Annual Report of the Secretary for Mines... during the year 1894.

— — Special Reports; Report on the Loss of Gold in the Reduction of auriferous Veinstone by *H. Rosales* (1895) in-4o.

L'Archiviste,

ARMAND THEVENIN.

WASHINGTON

3e Série, t. XXIII. — 1895. — N° 1.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

(CETTE SOCIÉTÉ, FONDÉE LE 17 MARS 1830, A ÉTÉ AUTORISÉE ET RECONNUE COMME ÉTABLISSEMENT D'UTILITÉ PUBLIQUE, PAR ORDONNANCE DU ROI DU 3 AVRIL 1832)

TROISIÈME SÉRIE

TOME VINGT-TROISIÈME

Notes et Mémoires : Feuilles 1-4.

PARIS
AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ
Rue des Grands-Augustins, 7

1895

Le Bulletin paraît par livraisons mensuelles
Mars 1895

AVIS

Le Secrétaire rappelle aux membres de la Société géologique les décisions suivantes, prises par le Conseil :

Les Membres de la Société doivent acquitter leur cotisation à partir du 1er janvier, s'ils veulent recevoir le Bulletin au moment de la publication. — Le Trésorier est autorisé à faire recouvrer les cotisations à domicile, par la poste, avec un supplément de 0,85 c. pour les frais d'encaissement.

Les Membres doivent adresser, d'une manière impersonnelle, tous les envois d'argent et les mandats à *Monsieur le Trésorier de la Société géologique de France* et toute la correspondance à *Monsieur le Secrétaire de la Société géologique de France.*

Les manuscrits seront conservés dans les Archives de la Société et ne seront pas communiqués aux auteurs en même temps que l'épreuve qu'on leur adressera. De plus, il ne sera envoyé qu'une seule épreuve aux auteurs.

Il ne doit être publié dans le Bulletin ou le Compte-Rendu aucun nom d'espèce ou de genre nouveau dont l'auteur n'a pas fourni une description accompagnée de figure.

Le nom spécifique de tout fossile cité doit être suivi du nom de l'auteur qui a fait l'espèce.

Les demandes de tirages à part doivent être adressées directement au Secrétaire de la Société qui se charge, dans ce cas, de veiller à leur exécution.

Les Comptes Rendus des séances paraissent dans les quinze jours qui suivent la séance et ne sont pas réimprimés dans le Bulletin.

Les différents fascicules du Bulletin renferment seulement les Notes et Mémoires envoyés par les auteurs et acceptés par la Commission du Bulletin ; dans la composition de ces fascicules il n'est tenu aucun compte des dates des séances de la Société, les mémoires étant imprimés à la suite, en tenant compte seulement de la date du dépôt des manuscrits au secrétariat.

Pour chaque mémoire, une note infrapaginale indique la date de la communication, la date du dépôt du manuscrit et la date du bon de correction donné par l'auteur.

La date du bon à tirer de chaque feuille est inscrite au bas de la première page de la feuille.

Le Secrétaire prie les auteurs de vouloir bien, dans leurs manuscrits :

Souligner les noms d'espèces ;

Mettre une majuscule à tous les noms de terrains et d'étages employés comme substantifs et à tous les noms de groupes zoologiques et botaniques ;

Ecrire avec beaucoup de soin, surtout dans les notes destinées au Compte-Rendu, les noms d'auteurs, de localités et de fossiles.

Séparer les figures du texte pour en faciliter la reproduction par le dessinateur.

EXTRAIT DU RÈGLEMENT CONSTITUTIF DE LA SOCIÉTÉ

APPROUVÉ PAR ORDONNANCE DU ROI DU 3 AVRIL 1833

Art. III. — Le nombre des membres de la Société est illimité (1). Les Français et les Etrangers peuvent également en faire partie. Il n'existe aucune distinction entre les membres.

Art. IV. — L'administration de la Société est confiée à un Bureau et à un Conseil, dont le Bureau fait essentiellement partie.

Art. V. — Le Bureau est composé d'un président, de quatre vice-présidents, de deux secrétaires, de deux vice-secrétaires, d'un trésorier, d'un archiviste.

Art. VI. — Le président et les vice-présidents sont élus pour une année ; les secrétaires et les vice-secrétaires, pour deux années ; le trésorier, pour trois années ; l'archiviste, pour quatre années.

Art. VII. — Aucun fonctionnaire n'est immédiatement rééligible dans les mêmes fonctions.

Art. VIII. — Le Conseil est formé de douze membres, dont quatre sont remplacés chaque année.

Art. IX. — Les membres du Conseil et ceux du Bureau, sauf le président, sont élus à la majorité absolue. Leurs fonctions sont gratuites.

Art. X. — Le président est choisi, à la pluralité, parmi les quatre vice-présidents de l'année précédente. Tous les membres sont appelés à participer à son élection, directement ou par correspondance.

Art. XI. — La Société tient ses séances habituelles à Paris, de novembre à juillet (2).

Art. XII. — Chaque année, de juillet à novembre, la Société tiendra une ou plusieurs séances extraordinaires sur un des points de la France qui aura été préalablement déterminé. Un Bureau sera spécialement organise par les membres présents à ces réunions.

Art. XIV. — Un *Bulletin* périodique des travaux de la Société est délivré gratuitement à chaque membre.

Art. XVII. — Chaque membre paye : 1° un droit d'entrée ; 2° une cotisation annuelle. Le droit d'entrée est fixé à la somme de 20 francs. Ce droit pourra être augmenté par la suite, mais seulement pour les membres à élire. La cotisation annuelle est invariablement fixée à 30 francs. La cotisation annuelle peut, au choix de chaque membre, être remplacée par le versement d'une somme fixée par la Société en assemblée générale. *(Décret du 12 décembre 1873)*. (3).

(1) Pour faire partie de la Société, il faut s'être fait présenter dans l'une de ses séances par deux membres qui auront signé la présentation, avoir été proclamé dans la séance suivante par le Président, et avoir reçu le diplôme de membre de la Société *(Art. 4 du règlement administratif)*.

(2) Pour assister aux séances, les personnes étrangères à la Société doivent être présentées chaque fois par un de ses membres. *(Art. 42 du règlement administratif.)*

(3) Cette somme a été fixée à 400 francs (*Séance du 20 novembre* 1871).

TABLEAU INDICATIF DES JOURS DE SÉANCE

ANNÉE 1895

Les séances se tiennent à 8 heures 1/2 du soir, rue des Grands-Augustins, 7

Les 1er et 3e lundis de chaque mois.

Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Novembre	Décembre
7	4	4	1	6	10	4	2
21	18	18	18 22	20	24	18	16

Séance générale annuelle à 3 heures, le Jeudi 18 Avril.

La bibliothèque est ouverte tous les jours, de 1 heure à 6 heures.

COMPOSITION DU BUREAU DE LA SOCIÉTÉ

POUR L'ANNÉE 1895

Président : M. Linder.

Vice-Présidents :

M. Dollfus. | M. de Margerie. | M. Delafond. | M. Prestwich.

Secrétaires :

M. L. Cayeux, pour la France.
M. L. Bertrand, pour l'Etranger.

Vice-Secrétaires :

M. Gentil.
M. Glangeaud.

Trésorier : M. Léon Jaget. | *Archiviste* : M. Thévenin.

Membres du Conseil :

M. Michel Lévy.
M. Douvillé.
M. de Lapparent.
M. Bergeron.
M. Schlumberger.
M. Zeiller.
M. Carez.
M. Vélain.
M. Boule.
M. Haug.
M. Gosselet.
M. M. Bertrand.

NOTES & MÉMOIRES INSÉRÉS DANS LES FEUILLES 1-4 (T. XXIII).

H. Arctowski. — *Étude de l'érosion dans le plateau ardennais* avec 5 figures dans le texte 3

Ph. Glangeaud. — *Le Lias et le Jurassique moyen en bordure à l'ouest du Plateau central* avec 5 figures dans le texte 10

Ed. Harlé. — *Restes d'Hyènes rayées de la brèche d'Es-Taliens à Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées)* avec 4 figures dans le texte 44

Michalet. — *Le Bathonien des environs de Toulon et ses Échinides. Description d'un nouveau genre Heteropedina* 50

Le Secrétaire-Gérant,

L. CAYEUX.

Lille — Imp. LE BIGOT frères.

WASHINGTON.

3e Série, t. XXIII. — 1895. — N° 2.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

(CETTE SOCIÉTÉ, FONDÉE LE 17 MARS 1830, A ÉTÉ AUTORISÉE ET RECONNUE COMME ÉTABLISSEMENT D'UTILITÉ PUBLIQUE, PAR ORDONNANCE DU ROI DU 3 AVRIL 1832)

TROISIÈME SÉRIE

TOME VINGT-TROISIÈME

Notes et Mémoires : Feuilles 5-9.

PARIS
AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ
Rue des Grands-Augustins, 7

1895

Le Bulletin paraît par livraisons mensuelles
Mai 1895

AVIS

Le Secrétaire rappelle aux membres de la Société géologique les décisions suivantes, prises par le Conseil :

Les Membres de la Société doivent acquitter leur cotisation à partir du 1er janvier, s'ils veulent recevoir le Bulletin au moment de la publication. — Le Trésorier est autorisé à faire recouvrer les cotisations à domicile, par la poste, avec un supplément de 0,85 c. pour les frais d'encaissement.

Les Membres doivent adresser, d'une manière impersonnelle, tous les envois d'argent et les mandats à *Monsieur le Trésorier de la Société géologique de France* et toute la correspondance à *Monsieur le Secrétaire de la Société géologique de France.*

Les manuscrits seront conservés dans les Archives de la Société et ne seront pas communiqués aux auteurs en même temps que l'épreuve qu'on leur adressera. De plus, il ne sera envoyé qu'une seule épreuve aux auteurs.

Il ne doit être publié dans le Bulletin ou le Compte-Rendu aucun nom d'espèce ou de genre nouveau dont l'auteur n'a pas fourni une description accompagnée de figure.

Le nom spécifique de tout fossile cité doit être suivi du nom de l'auteur qui a fait l'espèce.

Les demandes de tirages à part doivent être adressées directement au Secrétaire de la Société qui se charge, dans ce cas, de veiller à leur exécution.

Les Comptes Rendus des séances paraissent dans les quinze jours qui suivent la séance et ne sont pas réimprimés dans le Bulletin.

Les différents fascicules du Bulletin renferment seulement les Notes et Mémoires envoyés par les auteurs et acceptés par la Commission du Bulletin ; dans la composition de ces fascicules il n'est tenu aucun compte des dates des séances de la Société, les mémoires étant imprimés à la suite, en tenant compte seulement de la date du dépôt des manuscrits au secrétariat.

Pour chaque mémoire, une note infrapaginale indique la date de la communication, la date du dépôt du manuscrit et la date du bon de correction donné par l'auteur.

La date du bon à tirer de chaque feuille est inscrite au bas de la première page de la feuille.

Le Secrétaire prie les auteurs de vouloir bien, dans leurs manuscrits :

Souligner les noms d'espèces ;

Mettre une majuscule à tous les noms de terrains et d'étages employés comme substantifs et à tous les noms de groupes zoologiques et botaniques ;

Ecrire avec beaucoup de soin, surtout dans les notes destinées au Compte-Rendu, les noms d'auteurs, de localités et de fossiles.

Séparer les figures du texte pour en faciliter la reproduction par le dessinateur.

EXTRAIT DU RÈGLEMENT CONSTITUTIF DE LA SOCIÉTÉ

APPROUVÉ PAR ORDONNANCE DU ROI DU 3 AVRIL 1833

Art. III. — Le nombre des membres de la Société est illimité (1). Les Français et les Etrangers peuvent également en faire partie. Il n'existe aucune distinction entre les membres.

Art. IV. — L'administration de la Société est confiée à un Bureau et à un Conseil, dont le Bureau fait essentiellement partie.

Art. V. — Le Bureau est composé d'un président, de quatre vice-présidents, de deux secrétaires, de deux vice-secrétaires, d'un trésorier, d'un archiviste.

Art. VI. — Le président et les vice-présidents sont élus pour une année ; les secrétaires et les vice-secrétaires, pour deux années ; le trésorier, pour trois années ; l'archiviste, pour quatre années.

Art. VII. — Aucun fonctionnaire n'est immédiatement rééligible dans les mêmes fonctions.

Art. VIII. — Le Conseil est formé de douze membres, dont quatre sont remplacés chaque année.

Art. IX. — Les membres du Conseil et ceux du Bureau, sauf le président, sont élus à la majorité absolue. Leurs fonctions sont gratuites.

Art. X. — Le président est choisi, à la pluralité, parmi les quatre vice-présidents de l'année précédente. Tous les membres sont appelés à participer à son élection, directement ou par correspondance.

Art. XI. — La Société tient ses séances habituelles à Paris, de novembre à juillet (2).

Art. XII. — Chaque année, de juillet à novembre, la Société tiendra une ou plusieurs séances extraordinaires sur un des points de la France qui aura été préalablement déterminé. Un Bureau sera spécialement organise par les membres présents à ces réunions.

Art. XIV. — Un *Bulletin* périodique des travaux de la Société est délivré gratuitement à chaque membre.

Art. XVII. — Chaque membre paye : 1° un droit d'entrée ; 2° une cotisation annuelle. Le droit d'entrée est fixé à la somme de 20 francs. Ce droit pourra être augmenté par la suite, mais seulement pour les membres à élire. La cotisation annuelle est invariablement fixée à 30 francs. La cotisation annuelle peut, au choix de chaque membre, être remplacée par le versement d'une somme fixée par la Société en assemblée générale. *(Décret du 12 décembre 1873).* (3).

(1) Pour faire partie de la Société, il faut s'être fait présenter dans l'une de ses séances par deux membres qui auront signé la présentation, avoir été proclamé dans la séance suivante par le Président, et avoir reçu le diplôme de membre de la Société *(Art. 4 du règlement administratif).*

(2) Pour assister aux séances, les personnes étrangères à la Société doivent être présentées chaque fois par un de ses membres. *(Art. 42 du règlement administratif.)*

(3) Cette somme a été fixée à 400 francs *(Séance du 20 novembre 1871).*

TABLEAU INDICATIF DES JOURS DE SÉANCE

ANNÉE 1895

Les séances se tiennent à 8 heures 1/2 du soir, 7, rue des Grands-Augustins, 7,

Les 1er et 3e lundis de chaque mois.

Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Novembre	Décembre
7	4	4	1	6	10	4	2
21	18	18	18* 22	20	24	18	16

Séance générale annuelle à 3 heures, le 18 Avril.

La bibliothèque est ouverte tous les jours, de 1 heure à 6 heures.

COMPOSITION DU BUREAU DE LA SOCIÉTÉ

POUR L'ANNÉE 1895

Président : M. LINDER.

Vice-Présidents :

M. DOLLFUS. | M. DE MARGERIE. | M. DELAFOND. | M. PRESTWICH.

Secrétaires :

M. L. CAYEUX, pour la France.
M. L. BERTRAND, pour l'Etranger.

Vice-Secrétaires :

M. GENTIL.
M. GLANGEAUD.

Trésorier : M. Léon JANET.

Archiviste : M. THÉVENIN.

Membres du Conseil :

M. MICHEL LÉVY.
M. DOUVILLÉ.
M. DE LAPPARENT.
M. BERGERON.
M. SCHLUMBERGER.
M. ZEILLER.
M. CAREZ.
M. VÉLAIN.
M. BOULE.
M. HAUG.
M. GOSSELET.
M. M. BERTRAND.

NOTES & MÉMOIRES INSÉRÉS DANS LES FEUILLES 5-9 (T. XXIII).

MICHALET. — *Le Bathonien des environs de Toulon et ses Echinides. Description d'un nouveau genre Heteropedina*, avec 1 figure dans le texte. 65

H. NOLAN. — *Structure géologique d'ensemble de l'archipel baléare*, avec 6 figures dans le texte. 76

J. ROUSSEL. — *Note sur la découverte du Ligérien à Céphalopodes dans les environs de Padern (Pyrénées-Orientales)*, avec 1 figure dans le texte. 92

MATHIEU MIEG. — *Note sur les calcaires coralligènes d'Istein* 95

F. BERNARD. — *Première note sur le développement et la morphologie de la coquille chez les Lamellibranches*. 104

Le Secrétaire-Gérant,
L. CAYEUX.

Lille - Imp. LE BIGOT frères.

3e Série, t. XXIII. — 1895. — N° 3.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

(CETTE SOCIÉTÉ, FONDÉE LE 17 MARS 1830, A ÉTÉ AUTORISÉE ET RECONNUE COMME ÉTABLISSEMENT D'UTILITÉ PUBLIQUE, PAR ORDONNANCE DU ROI DU 3 AVRIL 1832)

TROISIÈME SÉRIE

TOME VINGT-TROISIÈME

Notes et Mémoires : Feuilles 10-13.

PARIS
AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ
Rue des Grands-Augustins, 7

1895

Le Bulletin paraît par livraisons mensuelles
Juin 1895

AVIS

Le Secrétaire rappelle aux membres de la Société géologique les décisions suivantes, prises par le Conseil :

Les Membres de la Société doivent acquitter leur cotisation à partir du 1er janvier, s'ils veulent recevoir le Bulletin au moment de la publication. — Le Trésorier est autorisé à faire recouvrer les cotisations à domicile, par la poste, avec un supplément de 0,85 c. pour les frais d'encaissement.

Les Membres doivent adresser, d'une manière impersonnelle, tous les envois d'argent et les mandats à *Monsieur le Trésorier de la Société géologique de France* et toute la correspondance à *Monsieur le Secrétaire de la Société géologique de France.*

Les manuscrits seront conservés dans les Archives de la Société et ne seront pas communiqués aux auteurs en même temps que l'épreuve qu'on leur adressera. De plus, il ne sera envoyé qu'une seule épreuve aux auteurs.

Il ne doit être publié dans le Bulletin ou le Compte-Rendu aucun nom d'espèce ou de genre nouveau dont l'auteur n'a pas fourni une description accompagnée de figure.

Le nom spécifique de tout fossile cité doit être suivi du nom de l'auteur qui a fait l'espèce.

Les demandes de tirages à part doivent être adressées directement au Secrétaire de la Société qui se charge, dans ce cas, de veiller à leur exécution.

Les Comptes Rendus des séances paraissent dans les quinze jours qui suivent la séance et ne sont pas réimprimés dans le Bulletin.

Les différents fascicules du Bulletin renferment seulement les Notes et Mémoires envoyés par les auteurs et acceptés par la Commission du Bulletin ; dans la composition de ces fascicules il n'est tenu aucun compte des dates des séances de la Société, les mémoires étant imprimés à la suite, en tenant compte seulement de la date du dépôt des manuscrits au secrétariat.

Pour chaque mémoire, une note infrapaginale indique la date de la communication, la date du dépôt du manuscrit et la date du bon de correction donné par l'auteur.

La date du bon à tirer de chaque feuille est inscrite au bas de la première page de la feuille.

Le Secrétaire prie les auteurs de vouloir bien, dans leurs manuscrits :

Souligner les noms d'espèces ;

Mettre une majuscule à tous les noms de terrains et d'étages employés comme substantifs et à tous les noms de groupes zoologiques et botaniques ;

Ecrire avec beaucoup de soin, surtout dans les notes destinées au Compte-Rendu, les noms d'auteurs, de localités et de fossiles.

Séparer les figures du texte pour en faciliter la reproduction par le dessinateur.

EXTRAIT DU RÈGLEMENT CONSTITUTIF DE LA SOCIÉTÉ

APPROUVÉ PAR ORDONNANCE DU ROI DU 3 AVRIL 1833

Art. III. — Le nombre des membres de la Société est illimité (1). Les Français et les Etrangers peuvent également en faire partie. Il n'existe aucune distinction entre les membres.

Art. IV. — L'administration de la Société est confiée à un Bureau et à un Conseil, dont le Bureau fait essentiellement partie.

Art. V. — Le Bureau est composé d'un président, de quatre vice-présidents, de deux secrétaires, de deux vice-secrétaires, d'un trésorier, d'un archiviste.

Art. VI. — Le président et les vice-présidents sont élus pour une année ; les secrétaires et les vice-secrétaires, pour deux années ; le trésorier, pour trois années ; l'archiviste, pour quatre années.

Art. VII. — Aucun fonctionnaire n'est immédiatement rééligible dans les mêmes fonctions.

Art. VIII. — Le Conseil est formé de douze membres, dont quatre sont remplacés chaque année.

Art. IX. — Les membres du Conseil et ceux du Bureau, sauf le président, sont élus à la majorité absolue. Leurs fonctions sont gratuites.

Art. X. — Le président est choisi, à la pluralité, parmi les quatre vice-présidents de l'année précédente. Tous les membres sont appelés à participer à son élection, directement ou par correspondance.

Art. XI. — La Société tient ses séances habituelles à Paris, de novembre à juillet (2).

Art. XII. — Chaque année, de juillet à novembre, la Société tiendra une ou plusieurs séances extraordinaires sur un des points de la France qui aura été préalablement déterminé. Un Bureau sera spécialement organise par les membres présents à ces réunions.

Art. XIV. — Un *Bulletin* périodique des travaux de la Société est délivré gratuitement à chaque membre.

Art. XVII. — Chaque membre paye : 1° un droit d'entrée ; 2° une cotisation annuelle. Le droit d'entrée est fixé à la somme de 20 francs. Ce droit pourra être augmenté par la suite, mais seulement pour les membres à élire. La cotisation annuelle est invariablement fixée à 30 francs. La cotisation annuelle peut, au choix de chaque membre, être remplacée par le versement d'une somme fixée par la Société en assemblée générale. *(Décret du 12 décembre 1873)*. (3).

(1) Pour faire partie de la Société, il faut s'être fait présenter dans l'une de ses séances par deux membres qui auront signé la présentation, avoir été proclamé dans la séance suivante par le Président, et avoir reçu le diplôme de membre de la Société *(Art. 4 du règlement administratif)*.

(2) Pour assister aux séances, les personnes étrangères à la Société doivent être présentées chaque fois par un de ses membres. *(Art. 42 du règlement administratif.)*

(3) Cette somme a été fixée à 400 francs *(Séance du 20 novembre 1871)*.

TABLEAU INDICATIF DES JOURS DE SÉANCE

ANNÉE 1895

Les séances se tiennent à 8 heures 1/2 du soir, 7, rue des Grands-Augustins, 7,

Les 1er et 3e lundis de chaque mois.

Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Novembre	Décembre
7	4	4	1	6	10	4	2
21	18	18	18e 22	20	24	18	16

Séance générale annuelle à 3 heures, le 18 Avril.

La bibliothèque est ouverte tous les jours de 1 heure à 6 heures.

COMPOSITION DU BUREAU DE LA SOCIÉTÉ

POUR L'ANNÉE 1895

Président : M. LINDER.

Vice-Présidents :

M. DOLLFUS. | M. DE MARGERIE. | M. DELAFOND. | M. PRESTWICH.

Secrétaires :

M. L. CAYEUX, pour la France.
M. L. BERTRAND, pour l'Etranger.

Vice-Secrétaires :

M. GENTIL.
M. GLANGEAUD.

Trésorier : M. Léon JANET. | *Archiviste* : M. THÉVENIN.

Membres du Conseil :

M. MICHEL LÉVY.
M. DOUVILLÉ.
M. DE LAPPARENT.
M. BERGERON.
M. SCHLUMBERGER.
M. ZEILLER.
M. CAREZ.
M. VÉLAIN.
M. BOULE.
M. HAUG.
M. GOSSELET.
M. M. BERTRAND.

NOTES & MÉMOIRES INSÉRÉS DANS LES FEUILLES 10-13 (T. XXIII).

F. BERNARD. — *Première note sur le développement et la morphologie de la coquille chez les Lamellibranches* (fin), avec 28 figures dans le texte 145

A. TORCAPEL. — *Sur l'Urgonien de la Montagnette, près Tarascon (Bouches-du-Rhône)*, avec 2 figures dans le texte. 155

REPELIN. — *Considérations stratigraphiques sur les plissements de l'Ouarsenis*, avec 7 figures dans le texte 160

J. GOSSELET. — *Allocution présidentielle prononcée dans la séance du 18 Avril* 167

MUNIER-CHALMAS. — *Rapport sur le Prix Fontannes* 177

P. TERMIER. — *Eloge d'ERNEST MALLARD* 179

M. BOULE. — *Notice sur JEAN-BAPTISTE RAMES*. 192

DOUVILLÉ. — *Notice nécrologique de P.-H. FISCHER* 203

Le Secrétaire-Gérant,
L. CAYEUX.

Lille — Imp. LE BIGOT frères.

WASHINGTON.

3e Série, t. XXIII. — 1895. — N° 4.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

(CETTE SOCIÉTÉ, FONDÉE LE 17 MARS 1830, A ÉTÉ AUTORISÉE ET RECONNUE COMME ÉTABLISSEMENT D'UTILITÉ PUBLIQUE, PAR ORDONNANCE DU ROI DU 3 AVRIL 1832)

TROISIÈME SÉRIE

TOME VINGT-TROISIÈME

Notes et Mémoires : Feuilles 14-18.

PARIS
AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ
Rue des Grands-Augustins, 7

1895

Le Bulletin paraît par livraisons mensuelles
Juin 1895

NATIONAL

AVIS

Le Secrétaire rappelle aux membres de la Société géologique les décisions suivantes, prises par le Conseil :

Les Membres de la Société doivent acquitter leur cotisation à partir du 1er janvier, s'ils veulent recevoir le Bulletin au moment de la publication. — Le Trésorier est autorisé à faire recouvrer les cotisations à domicile, par la poste, avec un supplément de 0,85 c. pour les frais d'encaissement.

Les Membres doivent adresser, d'une manière impersonnelle, tous les envois d'argent et les mandats à *Monsieur le Trésorier de la Société géologique de France* et toute la correspondance à *Monsieur le Secrétaire de la Société géologique de France.*

Les manuscrits seront conservés dans les Archives de la Société et ne seront pas communiqués aux auteurs en même temps que l'épreuve qu'on leur adressera. De plus, il ne sera envoyé qu'une seule épreuve aux auteurs.

Il ne doit être publié dans le Bulletin ou le Compte-Rendu aucun nom d'espèce ou de genre nouveau dont l'auteur n'a pas fourni une description accompagnée de figure.

Le nom spécifique de tout fossile cité doit être suivi du nom de l'auteur qui a fait l'espèce.

Les demandes de tirages à part doivent être adressées directement au Secrétaire de la Société qui se charge, dans ce cas, de veiller à leur exécution.

Les Comptes Rendus des séances paraissent dans les quinze jours qui suivent la séance et ne sont pas réimprimés dans le Bulletin.

Les différents fascicules du Bulletin renferment seulement les Notes et Mémoires envoyés par les auteurs et acceptés par la Commission du Bulletin ; dans la composition de ces fascicules il n'est tenu aucun compte des dates des séances de la Société, les mémoires étant imprimés à la suite, en tenant compte seulement de la date du dépôt des manuscrits au secrétariat.

Pour chaque mémoire, une note infrapaginale indique la date de la communication, la date du dépôt du manuscrit et la date du bon de correction donné par l'auteur.

La date du bon à tirer de chaque feuille est inscrite au bas de la première page de la feuille.

Le Secrétaire prie les auteurs de vouloir bien, dans leurs manuscrits :

Souligner les noms d'espèces ;

Mettre une majuscule à tous les noms de terrains et d'étages employés comme substantifs et à tous les noms de groupes zoologiques et botaniques ;

Ecrire avec beaucoup de soin, surtout dans les notes destinées au Compte-Rendu, les noms d'auteurs, de localités et de fossiles.

Séparer les figures du texte pour en faciliter la reproduction par le dessinateur.

EXTRAIT DU RÈGLEMENT CONSTITUTIF DE LA SOCIÉTÉ

APPROUVÉ PAR ORDONNANCE DU ROI DU 3 AVRIL 1833

ART. III. — Le nombre des membres de la Société est illimité (1). Les Français et les Etrangers peuvent également en faire partie. Il n'existe aucune distinction entre les membres.

ART. IV. — L'administration de la Société est confiée à un Bureau et à un Conseil, dont le Bureau fait essentiellement partie.

ART. V. — Le Bureau est composé d'un président, de quatre vice-présidents, de deux secrétaires, de deux vice-secrétaires, d'un trésorier, d'un archiviste.

ART. VI. — Le président et les vice-présidents sont élus pour une année ; les secrétaires et les vice-secrétaires, pour deux années ; le trésorier, pour trois années ; l'archiviste, pour quatre années.

ART. VII. — Aucun fonctionnaire n'est immédiatement rééligible dans les mêmes fonctions.

ART. VIII. — Le Conseil est formé de douze membres, dont quatre sont remplacés chaque année.

ART. IX. — Les membres du Conseil et ceux du Bureau, sauf le président, sont élus à la majorité absolue. Leurs fonctions sont gratuites.

ART. X. — Le président est choisi, à la pluralité, parmi les quatre vice-présidents de l'année précédente. Tous les membres sont appelés à participer à son élection, directement ou par correspondance.

ART. XI. — La Société tient ses séances habituelles à Paris, de novembre à juillet (2).

ART. XII. — Chaque année, de juillet à novembre, la Société tiendra une ou plusieurs séances extraordinaires sur un des points de la France qui aura été préalablement déterminé. Un Bureau sera spécialement organisé par les membres présents à ces réunions.

ART. XIV. — Un *Bulletin* périodique des travaux de la Société est délivré gratuitement à chaque membre.

ART. XVII. — Chaque membre paye : 1° un droit d'entrée ; 2° une cotisation annuelle. Le droit d'entrée est fixé à la somme de 20 francs. Ce droit pourra être augmenté par la suite, mais seulement pour les membres à élire. La cotisation annuelle est invariablement fixée à 30 francs. La cotisation annuelle peut, au choix de chaque membre, être remplacée par le versement d'une somme fixée par la Société en assemblée générale. (*Décret du 1er décembre 1873*). (3).

(1) Pour faire partie de la Société, il faut s'être fait présenter dans l'une de ses séances par deux membres qui auront signé la présentation, avoir été proclamé dans la séance suivante par le Président, et avoir reçu le diplôme de membre de la Société (*Art. 4 du règlement administratif*).

(2) Pour assister aux séances, les personnes étrangères à la Société doivent être présentées chaque fois par un de ses membres. (*Art. 12 du règlement administratif.*)

(3) Cette somme a été fixée à 400 francs (*Séance du 20 novembre* 1871).

TABLEAU INDICATIF DES JOURS DE SÉANCE

ANNÉE 1895

Les séances se tiennent à 8 heures 1/2 du soir, 7, rue des Grands-Augustins, 7,

Les 1er et 3e lundis de chaque mois.

Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Novembre	Décembre
7	4	4	1	6	10	4	2
21	18	18	18* 22	20	24	18	16

Séance générale annuelle à 3 heures, le 18 Avril.

La bibliothèque est ouverte tous les jours de 1 heure à 6 heures.

COMPOSITION DU BUREAU DE LA SOCIÉTÉ

POUR L'ANNÉE 1895

Président : M. LINDER.

Vice-Présidents :

M. DOLLFUS. | M. DE MARGERIE. | M. DELAFOND. | M. PRESTWICH.

Secrétaires :

M. L. CAYEUX, pour la France.
M. L. BERTRAND, pour l'Etranger.

Vice-Secrétaires :

M. GENTIL.
M. GLANGEAUD.

Trésorier : M. Léon JANET. | *Archiviste* : M. THÉVENIN.

Membres du Conseil :

M. MICHEL LÉVY.
M. DOUVILLÉ.
M. DE LAPPARENT.
M. BERGERON.
M. SCHLUMBERGER.
M. ZEILLER.
M. CAREZ.
M. VÉLAIN.
M. BOULE.
M. HAUG.
M. GOSSELET.
M. M. BERTRAND.

NOTES & MÉMOIRES INSÉRÉS DANS LES FEUILLES 14-18 (T. XXIII).

DOUVILLÉ. — *Notice nécrologique de P.-H. FISCHER* (fin) 209

A. PERON. — *Notice biographique de GUSTAVE COTTEAU.* . . . 231

J. WELSCH. — *Étude sur les subdivisions du Miocène de l'Algérie* . . 271

P. G. DE ROUVILLE. — *Sur la tectonique de l'Hérault* 288

Le Secrétaire-Gérant,
L. CAYEUX.

Lille : *Imp. LE BIGOT frères.*

3e Série, t. XXIII. — 1895. — N° 5.

WASHINGTON

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

(CETTE SOCIÉTÉ, FONDÉE LE 17 MARS 1830, A ÉTÉ AUTORISÉE ET RECONNUE COMME ÉTABLISSEMENT D'UTILITÉ PUBLIQUE, PAR ORDONNANCE DU ROI DU 3 AVRIL 1832)

TROISIÈME SÉRIE

TOME VINGT-TROISIÈME

Notes et Mémoires : Feuilles 19-23.

(Pl. I-II)

PARIS
AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ
Rue des Grands-Augustins, 7

1895

Le Bulletin paraît par livraisons mensuelles
Juillet 1895

AVIS

Le Secrétaire rappelle aux membres de la Société géologique les décisions suivantes, prises par le Conseil :

Les Membres de la Société doivent acquitter leur cotisation à partir du 1er janvier, s'ils veulent recevoir le Bulletin au moment de la publication. — Le Trésorier est autorisé à faire recouvrer les cotisations à domicile, par la poste, avec un supplément de 0,85 c. pour les frais d'encaissement.

Les Membres doivent adresser, d'une manière impersonnelle, tous les envois d'argent et les mandats à *Monsieur le Trésorier de la Société géologique de France* et toute la correspondance à *Monsieur le Secrétaire de la Société géologique de France.*

Les manuscrits seront conservés dans les Archives de la Société et ne seront pas communiqués aux auteurs en même temps que l'épreuve qu'on leur adressera. De plus, il ne sera envoyé qu'une seule épreuve aux auteurs.

Il ne doit être publié dans le Bulletin ou le Compte-Rendu aucun nom d'espèce ou de genre nouveau dont l'auteur n'a pas fourni une description accompagnée de figure.

Le nom spécifique de tout fossile cité doit être suivi du nom de l'auteur qui a fait l'espèce.

Les demandes de tirages à part doivent être adressées directement au Secrétaire de la Société qui se charge, dans ce cas, de veiller à leur exécution.

Les Comptes Rendus des séances paraissent dans les quinze jours qui suivent la séance et ne sont pas réimprimés dans le Bulletin.

Les différents fascicules du Bulletin renferment seulement les Notes et Mémoires envoyés par les auteurs et acceptés par la Commission du Bulletin ; dans la composition de ces fascicules il n'est tenu aucun compte des dates des séances de la Société, les mémoires étant imprimés à la suite, en tenant compte seulement de la date du dépôt des manuscrits au secrétariat.

Pour chaque mémoire, une note infrapaginale indique la date de la communication, la date du dépôt du manuscrit et la date du bon de correction donné par l'auteur.

La date du bon à tirer de chaque feuille est inscrite au bas de la première page de la feuille.

Le Secrétaire prie les auteurs de vouloir bien, dans leurs manuscrits :

Souligner les noms d'espèces ;

Mettre une majuscule à tous les noms de terrains et d'étages employés comme substantifs et à tous les noms de groupes zoologiques et botaniques ;

Ecrire avec beaucoup de soin, surtout dans les notes destinées au Compte-Rendu, les noms d'auteurs, de localités et de fossiles.

Séparer les figures du texte pour en faciliter la reproduction par le dessinateur.

EXTRAIT DU RÈGLEMENT CONSTITUTIF DE LA SOCIÉTÉ

APPROUVÉ PAR ORDONNANCE DU ROI DU 3 AVRIL 1833

Art. III. — Le nombre des membres de la Société est illimité (1). Les Français et les Etrangers peuvent également en faire partie. Il n'existe aucune distinction entre les membres.

Art. IV. — L'administration de la Société est confiée à un Bureau et à un Conseil, dont le Bureau fait essentiellement partie.

Art. V. — Le Bureau est composé d'un président, de quatre vice-présidents, de deux secrétaires, de deux vice-secrétaires, d'un trésorier, d'un archiviste.

Art. VI. — Le président et les vice-présidents sont élus pour une année ; les secrétaires et les vice-secrétaires, pour deux années ; le trésorier, pour trois années ; l'archiviste, pour quatre années.

Art. VII. — Aucun fonctionnaire n'est immédiatement rééligible dans les mêmes fonctions.

Art. VIII. — Le Conseil est formé de douze membres, dont quatre sont remplacés chaque année.

Art. IX. — Les membres du Conseil et ceux du Bureau, sauf le président, sont élus à la majorité absolue. Leurs fonctions sont gratuites.

Art. X. — Le président est choisi, à la pluralité, parmi les quatre vice-présidents de l'année précédente. Tous les membres sont appelés à participer à son élection, directement ou par correspondance.

Art. XI. — La Société tient ses séances habituelles à Paris, de novembre à juillet (2).

Art. XII. — Chaque année, de juillet à novembre, la Société tiendra une ou plusieurs séances extraordinaires sur un des points de la France qui aura été préalablement déterminé. Un Bureau sera spécialement organisé par les membres présents à ces réunions.

Art. XIV. — Un *Bulletin* périodique des travaux de la Société est délivré gratuitement à chaque membre.

Art. XVII. — Chaque membre paye : 1° un droit d'entrée ; 2° une cotisation annuelle. Le droit d'entrée est fixé à la somme de 20 francs. Ce droit pourra être augmenté par la suite, mais seulement pour les membres à élire. La cotisation annuelle est invariablement fixée à 30 francs. La cotisation annuelle peut, au choix de chaque membre, être remplacée par le versement d'une somme fixée par la Société en assemblée générale. *(Décret du 12 décembre 1873)*. (3).

(1) Pour faire partie de la Société, il faut s'être fait présenter dans l'une de ses séances par deux membres qui auront signé la présentation, avoir été proclamé dans la séance suivante par le Président, et avoir reçu le diplôme de membre de la Société *(Art. 4 du règlement administratif)*.

(2) Pour assister aux séances, les personnes étrangères à la Société doivent être présentées chaque fois par un de ses membres. *(Art. 42 du règlement administratif.)*

(3) Cette somme a été fixée à 400 francs *(Séance du 20 novembre 1871)*.

TABLEAU INDICATIF DES JOURS DE SÉANCE

ANNÉE 1895

Les séances se tiennent à 8 heures 1/2 du soir, 7, rue des Grands-Augustins, 7,

Les 1er et 3e lundis de chaque mois.

Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Novembre	Décembre
7	4	4	1	6	10	4	2
21	18	18	18* 22	20	24	18	16

Séance générale annuelle à 3 heures, le 18 Avril.

La bibliothèque est ouverte tous les jours de 1 heure à 6 heures.

COMPOSITION DU BUREAU DE LA SOCIÉTÉ

POUR L'ANNÉE 1895

Président : M. LINDER.

Vice-Présidents :

M. DOLLFUS. | M. DE MARGERIE. | M. DELAFOND. | M. PRESTWICH.

Secrétaires :

M. L. CAYEUX, pour la France.
M. L. BERTRAND, pour l'Etranger.

Vice-Secrétaires :

M. GENTIL.
M. GLANGEAUD.

Trésorier : M. Léon JANET. | *Archiviste* : M. THÉVENIN.

Membres du Conseil :

M. MICHEL LÉVY.
M. DOUVILLÉ.
M. DE LAPPARENT.
M. BERGERON.
M. SCHLUMBERGER.
M. ZEILLER.
M. CAREZ.
M. VÉLAIN.
M. BOULE.
M. HAUG.
M. GOSSELET.
M. M. BERTRAND.

NOTES & MÉMOIRES INSÉRÉS DANS LES FEUILLES 19-23 (T. XXIII).

P. G. DE ROUVILLE. — *Sur la tectonique de l'Hérault* (fin). 289

D. P. ŒHLERT. — *Sur les Trinucleus de l'Ouest de la France* (Pl. I et II). 299

J. BERGERON. — *Remarques relatives à deux notes de M. Miquel* . . . 337

P. TERMIER. — *Sur la structure des grès de Fontainebleau* 344

L. DUPARC et W. KILIAN. — *Note sur une collection de roches des alluvions anciennes de la Durance* 349

DE RIAZ. — *Etude sur les étages jurassiques moyens et supérieurs des cantons de Crémieu et de Morestel (Isère)*. 366

Le Secrétaire-Gérant,
L. CAYEUX.

Lille - *Imp. LE BIGOT frères.*

3e Série, t. XXIII. — 1895. — N° 6.

WASHINGTON

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

(CETTE SOCIÉTÉ, FONDÉE LE 17 MARS 1830, A ÉTÉ AUTORISÉE ET RECONNUE COMME ÉTABLISSEMENT D'UTILITÉ PUBLIQUE, PAR ORDONNANCE DU ROI DU 3 AVRIL 1832)

TROISIÈME SÉRIE

TOME VINGT-TROISIÈME

Notes et Mémoires : Feuilles 24-29.
(Pl. III).

PARIS
AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ
Rue des Grands-Augustins, 7

1895

Le Bulletin paraît par livraisons mensuelles
Août 1895

AVIS

Le Secrétaire rappelle aux membres de la Société géologique les décisions suivantes, prises par le Conseil :

Les Membres de la Société doivent acquitter leur cotisation à partir du 1er janvier, s'ils veulent recevoir le Bulletin au moment de la publication. — Le Trésorier est autorisé à faire recouvrer les cotisations à domicile, par la poste, avec un supplément de 0,85 c. pour les frais d'encaissement.

Les Membres doivent adresser, d'une manière impersonnelle, tous les envois d'argent et les mandats à *Monsieur le Trésorier de la Société géologique de France* et toute la correspondance à *Monsieur le Secrétaire de la Société géologique de France.*

Les manuscrits seront conservés dans les Archives de la Société et ne seront pas communiqués aux auteurs en même temps que l'épreuve qu'on leur adressera. De plus, il ne sera envoyé qu'une seule épreuve aux auteurs.

Il ne doit être publié dans le Bulletin ou le Compte-Rendu aucun nom d'espèce ou de genre nouveau dont l'auteur n'a pas fourni une description accompagnée de figure.

Le nom spécifique de tout fossile cité doit être suivi du nom de l'auteur qui a fait l'espèce.

Les demandes de tirages à part doivent être adressées directement au Secrétaire de la Société qui se charge, dans ce cas, de veiller à leur exécution.

Les Comptes Rendus des séances paraissent dans les quinze jours qui suivent la séance et ne sont pas réimprimés dans le Bulletin.

Les différents fascicules du Bulletin renferment seulement les Notes et Mémoires envoyés par les auteurs et acceptés par la Commission du Bulletin ; dans la composition de ces fascicules il n'est tenu aucun compte des dates des séances de la Société, les mémoires étant imprimés à la suite, en tenant compte seulement de la date du dépôt des manuscrits au secrétariat.

Pour chaque mémoire, une note infrapaginale indique la date de la communication, la date du dépôt du manuscrit et la date du bon de correction donné par l'auteur.

La date du bon à tirer de chaque feuille est inscrite au bas de la première page de la feuille.

Le Secrétaire prie les auteurs de vouloir bien, dans leurs manuscrits :

Souligner les noms d'espèces ;

Mettre une majuscule à tous les noms de terrains et d'étages employés comme substantifs et à tous les noms de groupes zoologiques et botaniques ;

Ecrire avec beaucoup de soin, surtout dans les notes destinées au Compte-Rendu, les noms d'auteurs, de localités et de fossiles.

Séparer les figures du texte pour en faciliter la reproduction par le dessinateur.

EXTRAIT DU RÈGLEMENT CONSTITUTIF DE LA SOCIÉTÉ

APPROUVÉ PAR ORDONNANCE DU ROI DU 3 AVRIL 1833

Art. III. — Le nombre des membres de la Société est illimité (1). Les Français et les Etrangers peuvent également en faire partie. Il n'existe aucune distinction entre les membres.

Art. IV. — L'administration de la Société est confiée à un Bureau et à un Conseil, dont le Bureau fait essentiellement partie.

Art. V. — Le Bureau est composé d'un président, de quatre vice-présidents, de deux secrétaires, de deux vice-secrétaires, d'un trésorier, d'un archiviste.

Art. VI. — Le président et les vice-présidents sont élus pour une année ; les secrétaires et les vice-secrétaires, pour deux années ; le trésorier, pour trois années ; l'archiviste, pour quatre années.

Art. VII. — Aucun fonctionnaire n'est immédiatement rééligible dans les mêmes fonctions.

Art. VIII. — Le Conseil est formé de douze membres, dont quatre sont remplacés chaque année.

Art. IX. — Les membres du Conseil et ceux du Bureau, sauf le président, sont élus à la majorité absolue. Leurs fonctions sont gratuites.

Art. X. — Le président est choisi, à la pluralité, parmi les quatre vice-présidents de l'année précédente. Tous les membres sont appelés à participer à son élection, directement ou par correspondance.

Art. XI. — La Société tient ses séances habituelles à Paris, de novembre à juillet (2).

Art. XII. — Chaque année, de juillet à novembre, la Société tiendra une ou plusieurs séances extraordinaires sur un des points de la France qui aura été préalablement déterminé. Un Bureau sera spécialement organise par les membres présents à ces réunions.

Art. XIV. — Un *Bulletin* périodique des travaux de la Société est délivré gratuitement à chaque membre.

Art. XVII. — Chaque membre paye : 1° un droit d'entrée ; 2° une cotisation annuelle. Le droit d'entrée est fixé à la somme de 20 francs. Ce droit pourra être augmenté par la suite, mais seulement pour les membres à élire. La cotisation annuelle est invariablement fixée à 30 francs. La cotisation annuelle peut, au choix de chaque membre, être remplacée par le versement d'une somme fixée par la Société en assemblée générale. *(Décret du 12 décembre 1873).* (3).

(1) Pour faire partie de la Société, il faut s'être fait présenter dans l'une de ses séances par deux membres qui auront signé la présentation, avoir été proclamé dans la séance suivante par le Président, et avoir reçu le diplôme de membre de la Société *(Art. 4 du règlement administratif).*

(2) Pour assister aux séances, les personnes étrangères à la Société doivent être présentées chaque fois par un de ses membres. *(Art. 42 du règlement administratif.)*

(3) Cette somme a été fixée à 400 francs (*Séance du 20 novembre* 1871).

TABLEAU INDICATIF DES JOURS DE SÉANCE

ANNÉE 1895

Les séances se tiennent à 8 heures 1/2 du soir, 7, rue des Grands-Augustins, 7,

Les 1er et 3e lundis de chaque mois.

Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Novembre	Décembre
7	4	4	1	6	10	4	2
			18*				
21	18	18	22	20	24	18	16

Séance générale annuelle à 3 heures, le 18 Avril.

La bibliothèque est ouverte tous les jours de 1 heure à 6 heures.

COMPOSITION DU BUREAU DE LA SOCIÉTÉ

POUR L'ANNÉE 1895

Président : M. LINDER.

Vice-Présidents :

M. DOLLFUS. | M. DE MARGERIE. | M. DELAFOND. | M. PRESTWICH.

Secrétaires :

M. L. CAYEUX, pour la France.
M. L. BERTRAND, pour l'Etranger.

Vice-Secrétaires :

M. GENTIL.
M. GLANGEAUD.

Trésorier : M. Léon JANET.

Archiviste : M. THÉVENIN.

Membres du Conseil :

M. MICHEL LÉVY.
M. DOUVILLÉ.
M. DE LAPPARENT.
M. BERGERON.
M. SCHLUMBERGER.
M. ZEILLER.
M. CAREZ.
M. VÉLAIN.
M. BOULE.
M. HAUG.
M. GOSSELET.
M. M. BERTRAND.

NOTES & MÉMOIRES INSÉRÉS DANS LES FEUILLES 24-29 (T. XXII)

DE RIAZ. — *Étude sur les étages jurassiques moyens et supérieurs des cantons de Crémieu et de Morestel* (*Isère*), avec 1 figure dans le texte (fin) 369

W. KILIAN et P. TERMIER. — *Sur quelques roches éruptives des Alpes françaises*, avec 4 figures dans le texte 395

L'abbé BOURGEAT. — *Quelques observations nouvelles sur les Lapiez, le Glaciaire et la Mollasse dans le Jura* 414

H. DE CHAIGNON. — *Sur la présence de dépôts calcaires provenant de l'altération des basaltes de la Butte de Marcoux-Gouttelas, près Boën* (*Loire*) 421

EDM. PELLAT. — *Notes préliminaires diverses sur la géologie du Sud du Bassin du Rhône* 426

S. BERTOLIO. — *Sur le massif volcanique de Siliqua* (*Sardaigne méridionale*) (Pl. III), avec 2 figures dans le texte 437

Le Secrétaire-Gérant,
L. CAYEUX.

Lille. — Imp. LE BIGOT frères.

WASHINGTON.

3e Série, t. XXIII. — 1895. — N° 7.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

(CETTE SOCIÉTÉ, FONDÉE LE 17 MARS 1830, A ÉTÉ AUTORISÉE ET RECONNUE COMME ÉTABLISSEMENT D'UTILITÉ PUBLIQUE, PAR ORDONNANCE DU ROI DU 3 AVRIL 1832)

TROISIÈME SÉRIE

TOME VINGT-TROISIÈME

Notes et Mémoires : Feuilles 30-34.

(Pl. IV-VI).

PARIS

AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ

Rue des Grands-Augustins, 7

1895

Le Bulletin paraît par livraisons mensuelles

Décembre 1895

AVIS

Le Secrétaire rappelle aux membres de la Société géologique les décisions suivantes, prises par le Conseil :

Les Membres de la Société doivent acquitter leur cotisation à partir du 1er janvier, s'ils veulent recevoir le Bulletin au moment de la publication. — Le Trésorier est autorisé à faire recouvrer les cotisations à domicile, par la poste, avec un supplément de 0,85 c. pour les frais d'encaissement.

Les Membres doivent adresser, d'une manière impersonnelle, tous les envois d'argent et les mandats à *Monsieur le Trésorier de la Société géologique de France* et toute la correspondance à *Monsieur le Secrétaire de la Société géologique de France.*

Les manuscrits seront conservés dans les Archives de la Société et ne seront pas communiqués aux auteurs en même temps que l'épreuve qu'on leur adressera. De plus, il ne sera envoyé qu'une seule épreuve aux auteurs.

Il ne doit être publié dans le Bulletin ou le Compte-Rendu aucun nom d'espèce ou de genre nouveau dont l'auteur n'a pas fourni une description accompagnée de figure.

Le nom spécifique de tout fossile cité doit être suivi du nom de l'auteur qui a fait l'espèce.

Les demandes de tirages à part doivent être adressées directement au Secrétaire de la Société qui se charge, dans ce cas, de veiller à leur exécution.

Les Comptes Rendus des séances paraissent dans les quinze jours qui suivent la séance et ne sont pas réimprimés dans le Bulletin.

Les différents fascicules du Bulletin renferment seulement les Notes et Mémoires envoyés par les auteurs et acceptés par la Commission du Bulletin ; dans la composition de ces fascicules il n'est tenu aucun compte des dates des séances de la Société, les mémoires étant imprimés à la suite, en tenant compte seulement de la date du dépôt des manuscrits au secrétariat.

Pour chaque mémoire, une note infrapaginale indique la date de la communication, la date du dépôt du manuscrit et la date du bon de correction donné par l'auteur.

La date du bon à tirer de chaque feuille est inscrite au bas de la première page de la feuille.

Le Secrétaire prie les auteurs de vouloir bien, dans leurs manuscrits :

Souligner les noms d'espèces ;

Mettre une majuscule à tous les noms de terrains et d'étages employés comme substantifs et à tous les noms de groupes zoologiques et botaniques ;

Ecrire avec beaucoup de soin, surtout dans les notes destinées au Compte-Rendu, les noms d'auteurs, de localités et de fossiles.

Séparer les figures du texte pour en faciliter la reproduction par le dessinateur.

EXTRAIT DU RÈGLEMENT CONSTITUTIF DE LA SOCIÉTÉ

APPROUVÉ PAR ORDONNANCE DU ROI DU 3 AVRIL 1833

ART. III. — Le nombre des membres de la Société est illimité (1). Les Français et les Etrangers peuvent également en faire partie. Il n'existe aucune distinction entre les membres.

ART. IV. — L'administration de la Société est confiée à un Bureau et à un Conseil, dont le Bureau fait essentiellement partie.

ART. V. — Le Bureau est composé d'un président, de quatre vice-présidents, de deux secrétaires, de deux vice-secrétaires, d'un trésorier, d'un archiviste.

ART. VI. — Le président et les vice-présidents sont élus pour une année ; les secrétaires et les vice-secrétaires, pour deux années ; le trésorier, pour trois années ; l'archiviste, pour quatre années.

ART. VII. — Aucun fonctionnaire n'est immédiatement rééligible dans les mêmes fonctions.

ART. VIII. — Le Conseil est formé de douze membres, dont quatre sont remplacés chaque année.

ART. IX. — Les membres du Conseil et ceux du Bureau, sauf le président, sont élus à la majorité absolue. Leurs fonctions sont gratuites.

ART. X. — Le président est choisi, à la pluralité, parmi les quatre vice-présidents de l'année précédente. Tous les membres sont appelés à participer à son élection, directement ou par correspondance.

ART. XI. — La Société tient ses séances habituelles à Paris, de novembre à juillet (2).

ART. XII. — Chaque année, de juillet à novembre, la Société tiendra une ou plusieurs séances extraordinaires sur un des points de la France qui aura été préalablement déterminé. Un Bureau sera spécialement organise par les membres présents à ces réunions.

ART. XIV. — Un *Bulletin* périodique des travaux de la Société est délivré gratuitement à chaque membre.

ART. XVII. — Chaque membre paye : 1° un droit d'entrée ; 2° une cotisation annuelle. Le droit d'entrée est fixé à la somme de 20 francs. Ce droit pourra être augmenté par la suite, mais seulement pour les membres à élire. La cotisation annuelle est invariablement fixée à 30 francs. La cotisation annuelle peut, au choix de chaque membre, être remplacée par le versement d'une somme fixée par la Société en assemblée générale. *(Décret du 12 décembre 1873).* (3).

(1) Pour faire partie de la Société, il faut s'être fait présenter dans l'une de ses séances par deux membres qui auront signé la présentation, avoir été proclamé dans la séance suivante par le Président, et avoir reçu le diplôme de membre de la Société *(Art. 4 du règlement administratif).*

(2) Pour assister aux séances, les personnes étrangères à la Société doivent être présentées chaque fois par un de ses membres. *(Art. 42 du règlement administratif.)*

(3) Cette somme a été fixée à 400 francs (*Séance du 20 novembre* 1871).

TABLEAU INDICATIF DES JOURS DE SÉANCE

ANNÉE 1895

Les séances se tiennent à 8 heures 1/2 du soir, 7, rue des Grands-Augustins, 7,

Les 1er et 3e lundis de chaque mois.

Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Novembre	Décembre
7	4	4	1	6	10	4	2
			18*				
21	18	18	22	20	24	18	16

Séance générale annuelle à 3 heures, le 18 Avril.

La bibliothèque est ouverte tous les jours de 1 heure à 6 heures

COMPOSITION DU BUREAU DE LA SOCIÉTÉ

POUR L'ANNÉE 1895

Président : M. LINDER.

Vice-Présidents :

M. DOLLFUS. | M. DE MARGERIE. | M. DELAFOND. | M. PRESTWICH.

Secrétaires :

M. L. CAYEUX, pour la France.
M. L. BERTRAND, pour l'Etranger.

Vice-Secrétaires :

M. GENTIL.
M. GLANGEAUD.

Trésorier : M. Léon JANET.

Archiviste : M. THÉVENIN.

Membres du Conseil :

M. MICHEL LÉVY.
M. DOUVILLÉ.
M. DE LAPPARENT.
M. BERGERON.
M. SCHLUMBERGER.
M. ZEILLER.
M. CAREZ.
M. VÉLAIN.
M. BOULE.
M. HAUG.
M. GOSSELET.
M. M. BERTRAND.

NOTES & MÉMOIRES INSÉRÉS DANS LES FEUILLES 30-34

(T. XXIII)

J. BERGERON. — *Notes paléontologiques* (Pl. IV et V) 465

R. ZEILLER. — *Notes sur la flore des gisements houillers de La Rhune et d'Ibantelly* (Basses-Pyrénées) (Pl. VI) 482

ED. HARLÉ. — *Observations sur les alluvions de la Garonne dans la région de Toulouse* (avec 2 figures dans le texte) 490

A. LAVILLE. — *Le gisement pléistocène à Corbicules de Cergy* (avec 1 figure dans le texte) 504

E. FOURNIER. — *Études stratigraphiques sur le massif d'Allauch* (avec 43 figures dans le texte) 508

Le Secrétaire-Gérant,
L. CAYEUX.

Lille — Imp. LE BIGOT frères.

WASHINGTON

3e Série, t. XXIII. — 1895. — N° 8.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

(CETTE SOCIÉTÉ, FONDÉE LE 17 MARS 1830, A ÉTÉ AUTORISÉE ET RECONNUE COMME ÉTABLISSEMENT D'UTILITÉ PUBLIQUE, PAR ORDONNANCE DU ROI DU 3 AVRIL 1832)

TROISIÈME SÉRIE

TOME VINGT-TROISIÈME

Notes et Mémoires : Feuilles 35-40 (Planches VII-X).
Liste des Dons.

PARIS
AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ
7, Rue des Grands-Augustins, 7

1895

Le Bulletin paraît par livraisons mensuelles
Février 1896

AVIS

Le Secrétaire rappelle aux membres de la Société géologique les décisions suivantes, prises par le Conseil :

Les Membres de la Société doivent acquitter leur cotisation à partir du 1er janvier, s'ils veulent recevoir le Bulletin au moment de la publication. — Le Trésorier est autorisé à faire recouvrer les cotisations à domicile, par la poste, avec un supplément de 0,85 c. pour les frais d'encaissement.

Les Membres doivent adresser, d'une manière impersonnelle, tous les envois d'argent et les mandats à *Monsieur le Trésorier de la Société géologique de France* et toute la correspondance à *Monsieur le Secrétaire de la Société géologique de France.*

Les manuscrits seront conservés dans les Archives de la Société et ne seront pas communiqués aux auteurs en même temps que l'épreuve qu'on leur adressera. De plus, il ne sera envoyé qu'une seule épreuve aux auteurs.

Il ne doit être publié dans le Bulletin ou le Compte-Rendu aucun nom d'espèce ou de genre nouveau dont l'auteur n'a pas fourni une description accompagnée de figure.

Le nom spécifique de tout fossile cité doit être suivi du nom de l'auteur qui a fait l'espèce.

Les demandes de tirages à part doivent être adressées directement au Secrétaire de la Société qui se charge, dans ce cas, de veiller à leur exécution.

Les Comptes Rendus des séances paraissent dans les quinze jours qui suivent la séance et ne sont pas réimprimés dans le Bulletin.

Les différents fascicules du Bulletin renferment seulement les Notes et Mémoires envoyés par les auteurs et acceptés par la Commission du Bulletin ; dans la composition de ces fascicules il n'est tenu aucun compte des dates des séances de la Société, les mémoires étant imprimés à la suite, en tenant compte seulement de la date du dépôt des manuscrits au secrétariat.

Pour chaque mémoire, une note infrapaginale indique la date de la communication, la date du dépôt du manuscrit et la date du bon de correction donné par l'auteur.

La date du bon à tirer de chaque feuille est inscrite au bas de la première page de la feuille.

Le Secrétaire prie les auteurs de vouloir bien, dans leurs manuscrits :

Souligner les noms d'espèces ;

Mettre une majuscule à tous les noms de terrains et d'étages employés comme substantifs et à tous les noms de groupes zoologiques et botaniques ;

Ecrire avec beaucoup de soin, surtout dans les notes destinées au Compte-Rendu, les noms d'auteurs, de localités et de fossiles.

Séparer les figures du texte pour en faciliter la reproduction par le dessinateur.

EXTRAIT DU RÈGLEMENT CONSTITUTIF DE LA SOCIÉTÉ

APPROUVÉ PAR ORDONNANCE DU ROI DU 3 AVRIL 1833

ART. III. — Le nombre des membres de la Société est illimité (1). Les Français et les Etrangers peuvent également en faire partie. Il n'existe aucune distinction entre les membres.

ART. IV. — L'administration de la Société est confiée à un Bureau et à un Conseil, dont le Bureau fait essentiellement partie.

ART. V. — Le Bureau est composé d'un président, de quatre vice-présidents, de deux secrétaires, de deux vice-secrétaires, d'un trésorier, d'un archiviste.

ART. VI. — Le président et les vice-présidents sont élus pour une année ; les secrétaires et les vice-secrétaires, pour deux années ; le trésorier, pour trois années ; l'archiviste, pour quatre années.

ART. VII. — Aucun fonctionnaire n'est immédiatement rééligible dans les mêmes fonctions.

ART. VIII. — Le Conseil est formé de douze membres, dont quatre sont remplacés chaque année.

ART. IX. — Les membres du Conseil et ceux du Bureau, sauf le président, sont élus à la majorité absolue. Leurs fonctions sont gratuites.

ART. X. — Le président est choisi, à la pluralité, parmi les quatre vice-présidents de l'année précédente. Tous les membres sont appelés à participer à son élection, directement ou par correspondance.

ART. XI. — La Société tient ses séances habituelles à Paris, de novembre à juillet (2).

ART. XII. — Chaque année, de juillet à novembre, la Société tiendra une ou plusieurs séances extraordinaires sur un des points de la France qui aura été préalablement déterminé. Un Bureau sera spécialement organise par les membres présents à ces réunions.

ART. XIV. — Un *Bulletin* périodique des travaux de la Société est délivré gratuitement à chaque membre.

ART. XVII. — Chaque membre paye : 1° un droit d'entrée ; 2° une cotisation annuelle. Le droit d'entrée est fixé à la somme de 20 francs. Ce droit pourra être augmenté par la suite, mais seulement pour les membres à élire. La cotisation annuelle est invariablement fixée à 30 francs. La cotisation annuelle peut, au choix de chaque membre, être remplacée par le versement d'une somme fixée par la Société en assemblée générale. *(Décret du 12 décembre 1873)*. (3).

(1) Pour faire partie de la Société, il faut s'être fait présenter dans l'une de ses séances par deux membres qui auront signé la présentation, avoir été proclamé dans la séance suivante par le Président, et avoir reçu le diplôme de membre de la Société *(Art. 4 du règlement administratif)*.

(2) Pour assister aux séances, les personnes étrangères à la Société doivent être présentées chaque fois par un de ses membres. *(Art. 42 du règlement administratif.)*

(3) Cette somme a été fixée à 400 francs (*Séance du 20 novembre* 1871).

TABLEAU INDICATIF DES JOURS DE SÉANCE

ANNÉE 1895

Les séances se tiennent à 8 heures 1/2 du soir, 7, rue des Grands-Augustins, 7,

Les 1er et 3e lundis de chaque mois.

Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Novembre	Décembre
7	4	4	1	6	10	4	2
21	18	18	18* 22	20	24	18	16

Séance générale annuelle à 3 heures, le 18 Avril.

La bibliothèque est ouverte tous les jours de 1 heure à 6 heures.

COMPOSITION DU BUREAU DE LA SOCIÉTÉ

POUR L'ANNÉE 1896

Président : M. G. Dollfus.

Vice-Présidents :

M. Barrois. | M. Carez. | M. Cayeux. | M. Kilian.

Secrétaires :

M. Ph. Glangeaud, pour la France.
M. Flot, pour l'Etranger.

Vice-Secrétaires :

M. Priem.
M. F. Bernard.

Trésorier : M. Termier.

Archiviste : M. A. Thévenin.

Membres du Conseil :

M. Zeiller.
M. Vélain.
M. Boule.
M. Haug.
M. Gosselet.
M. M. Bertrand.
M. Linder.
M. Janet.
M. de Margerie.
M. Gaudry.
M. Munier-Chalmas.
M. L. Bertrand.

NOTES & MÉMOIRES INSÉRÉS DANS LES FEUILLES 35-40

(T. XXIII)

Pages

E. Fournier. — *Études stratigraphiques sur le massif d'Allauch* (avec 43 figures dans le texte) (fin) 545

V. Raulin. — *Sur la faune Oligocène de Gaas* (Landes) 546

M. Tardy. — *Fin du Quaternaire* 556

V. Paquier. — *Note sur l'âge de quelques affleurements crétacés de l'ouest du département de la Drôme.* 560

Jaime Almera. — *Etude stratigraphique du massif crétacé du littoral de la province de Barcelone* 564

L. Termier. — *Sur les terrains cristallins, d'âge probablement tertiaire des montagnes de l'Eychauda, de Serre-Chevalier et de Prorel, près du bord oriental du massif du Pelvoux* (Planche VII). 572

H. Arctowski. — *Observations sur l'intérêt que présente l'exploration géologique des terres australes* avec une figure dans le texte. 589

A. Brive. — *Note sur les terrains pliocènes du Dahra* (*Algérie*) avec 8 figures dans le texte. 592

R. Zeiller. — *Note sur la flore fossile des gisements houillers de Rio Grande do sul* (*Brésil méridional*) (Planches VIII-X) avec 19 figures dans le texte 601

Liste des ouvrages reçus en don ou en échange pendant l'année 1895.

Le Secrétaire-Gérant,

Ph. GLANGEAUD.

Lille. — Imp. LE BIGOT Frères.

3e Série, t. XXIII. — 1895. — N° 9.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

(CETTE SOCIÉTÉ, FONDÉE LE 17 MARS 1830, A ÉTÉ AUTORISÉE ET RECONNUE COMME ÉTABLISSEMENT D'UTILITÉ PUBLIQUE, PAR ORDONNANCE DU ROI DU 3 AVRIL 1832)

TROISIÈME SÉRIE

TOME VINGT-TROISIÈME

RÉUNION EXTRAORDINAIRE DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DANS LES BASSES-ALPES

Notes et Mémoires : Feuilles 41-55 (Planches XI-XVII).

PARIS
AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ
7, Rue des Grands Augustins, 7

1895

Le Bulletin paraît par livraisons mensuelles

Septembre 1896

AVIS

Le Secrétaire rappelle aux membres de la Société géologique les décisions suivantes, prises par le Conseil :

Les Membres de la Société doivent acquitter leur cotisation à partir du 1er janvier, s'ils veulent recevoir le Bulletin au moment de la publication. — Le Trésorier est autorisé à faire recouvrer les cotisations à domicile, par la poste, avec un supplément de 0,85 c. pour les frais d'encaissement.

Les Membres doivent adresser, d'une manière impersonnelle, tous les envois d'argent et les mandats à *Monsieur le Trésorier de la Société géologique de France* et toute la correspondance à *Monsieur le Secrétaire de la Société géologique de France.*

Les manuscrits seront conservés dans les Archives de la Société et ne seront pas communiqués aux auteurs en même temps que l'épreuve qu'on leur adressera. De plus, il ne sera envoyé qu'une seule épreuve aux auteurs.

Il ne doit être publié dans le Bulletin ou le Compte-Rendu aucun nom d'espèce ou de genre nouveau dont l'auteur n'a pas fourni une description accompagnée de figure.

Le nom spécifique de tout fossile cité doit être suivi du nom de l'auteur qui a fait l'espèce.

Les demandes de tirages à part doivent être adressées directement au Secrétaire de la Société qui se charge, dans ce cas, de veiller à leur exécution.

Les Comptes rendus sommaires des séances paraissent dans les quinze jours qui suivent la séance et sont réimprimés dans le Bulletin. Les Notes et Mémoires sont groupés par séances et leur ordre de succession est celui de la présentation.

Il n'est accordé que *deux* pages d'impression au *maximum*, pour chaque note insérée dans le Compte rendu sommaire et le titre seul des ouvrages et tirages à part figure seul dans ce Compte rendu sommaire.

Le Secrétaire prie les auteurs de vouloir bien, dans leurs manuscrits :

Souligner les noms d'espèces ;

Mettre une majuscule à tous les noms de terrains et d'étages employés comme substantifs et à tous les noms de groupes zoologiques et botaniques ;

Ecrire avec beaucoup de soin, surtout dans les notes destinées au Compte-Rendu, les noms d'auteurs, de localités et de fossiles.

Séparer les figures du texte pour en faciliter la reproduction par le dessinateur.

EXTRAIT DU RÈGLEMENT CONSTITUTIF DE LA SOCIÉTÉ

APPROUVÉ PAR ORDONNANCE DU ROI DU 3 AVRIL 1833

Art. III. — Le nombre des membres de la Société est illimité (1). Les Français et les Etrangers peuvent également en faire partie. Il n'existe aucune distinction entre les membres.

Art. IV. — L'administration de la Société est confiée à un Bureau et à un Conseil, dont le Bureau fait essentiellement partie.

Art. V. — Le Bureau est composé d'un président, de quatre vice-présidents, de deux secrétaires, de deux vice-secrétaires, d'un trésorier, d'un archiviste.

Art. VI. — Le président et les vice-présidents sont élus pour une année ; les secrétaires et les vice-secrétaires, pour deux années ; le trésorier, pour trois années ; l'archiviste, pour quatre années.

Art. VII. — Aucun fonctionnaire n'est immédiatement rééligible dans les mêmes fonctions.

Art. VIII. — Le Conseil est formé de douze membres, dont quatre sont remplacés chaque année.

Art. IX. — Les membres du Conseil et ceux du Bureau, sauf le président, sont élus à la majorité absolue. Leurs fonctions sont gratuites.

Art. X. — Le président est choisi, à la pluralité, parmi les quatre vice-présidents de l'année précédente. Tous les membres sont appelés à participer à son élection, directement ou par correspondance.

Art. XI. — La Société tient ses séances habituelles à Paris, de novembre à juillet (2).

Art. XII. — Chaque année, de juillet à novembre, la Société tiendra une ou plusieurs séances extraordinaires sur un des points de la France qui aura été préalablement déterminé. Un Bureau sera spécialement organisé par les membres présents à ces réunions.

Art. XIV. — Un *Bulletin* périodique des travaux de la Société est délivré gratuitement à chaque membre.

Art. XVII. — Chaque membre paye : 1° un droit d'entrée ; 2° une cotisation annuelle. Le droit d'entrée est fixé à la somme de 20 francs. Ce droit pourra être augmenté par la suite, mais seulement pour les membres à élire. La cotisation annuelle est invariablement fixée à 30 francs. La cotisation annuelle peut, au choix de chaque membre, être remplacée par le versement d'une somme fixée par la Société en assemblée générale. *(Décret du 12 décembre 1873).* (3).

(1) Pour faire partie de la Société, il faut s'être fait présenter dans l'une de ses séances par deux membres qui auront signé la présentation, avoir été proclamé dans la séance suivante par le Président, et avoir reçu le diplôme de membre de la Société *(Art. 4 du règlement administratif).*

(2) Pour assister aux séances, les personnes étrangères à la Société doivent être présentées chaque fois par un de ses membres. *(Art. 42 du règlement administratif.)*

(3) Cette somme a été fixée à 400 francs *(Séance du 20 novembre 1871).*

TABLEAU INDICATIF DES JOURS DE SÉANCE

ANNÉE 1896

Les séances se tiennent à 8 heures 1/2 du soir, 7, rue des Grands-Augustins, 7,

Les 1er et 3e lundis de chaque mois.

Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Novembre	Décembre
6	3	2	9*	4	1	9	7
20	17	16	13 27	18	15	23	21

* *Séance générale annuelle à 3 heures, le 9 Avril.*

La bibliothèque est ouverte tous les jours de 1 heure à 6 heures.

NOTES & MÉMOIRES INSÉRÉS DANS LES FEUILLES 41-55

(T. XXIII)

Pages

Liste des membres ayant pris part à la Réunion 633

Liste des publications relatives à la montagne de Lure 634

Séance du mardi 17 septembre 1895, à Sisteron 638

Nomination du Bureau 639

Discours présidentiel 639

W. Kilian. — *Note sur la structure de la Montagne de Lure et des environs de Sisteron (Basses-Alpes)*, 4 fig. dans le texte 642

W. Kilian. — *Note stratigraphique sur les environs de Sisteron et contributions à la connaissance des bassins secondaires du sud-est de la France* (Planches XI-XIV) 659

Séance du 19 septembre 1895, à Sisteron 804

W. Kilian. — *Compte-rendu de l'excursion du 18 septembre à Valbelle et à Noyers* (Pl. XVI). 805

W. Kilian. — *Compte-rendu de l'excursion du 19 septembre à St-Geniez* (Pl. XVII) et 3 fig. dans le texte 813

Ch. Depéret et G. Sayn. — *Sur l'oligocène du Ravin du Vanson, près St-Geniez* (Basses-Alpes) avec une figure dans le texte 827

Leenhart. — *Observations*. 829

Haug, Collot, Kilian, Sayn. — *Observations* 830

G. Sayn. — *Sur la faune des marnes valanginiennes à fossiles pyriteux du Sud-Est de la France* 832

Marcel Bertrand, Kilian, Zürcher, Haug. — *Observations* 833

V. Paquier. — *Observations* 834

Séance du 20 septembre 1895, à Banon 836

W. Kilian. — *Compte-rendu des excursions du 20 septembre à Forcalquier, St-Etienne-les-Orgues et Banon*, avec 2 fig. dans le texte. . 837

E. Sayn. — *Observations* 843

P. Lory. — *Sur les plis anciens du Dévoluy et des régions voisines* . 843

M. Bertrand, Ficheur, Sayn, Kilian, Renevier. — *Observations* . . 844

Séance du 22 septembre 1895, à Digne. 846

W. Kilian. — *Compte-rendu de l'excursion du 21 septembre à Simiane et à Carniol* (Pl. XVIII) et une fig. dans le texte 847

Pellat, Collot, Sayn. — *Observations* 855

Depéret. — *Sur le rôle de la vallée de la Durance dans la région de Digne-Sisteron comme bassin d'affaissement aux diverses époques du Tertiaire* 855

Haug, Kilian, Collot, Zürcher. — *Observations* 856

W. Kilian et Hovelacque. — *Sur le calcaire de la Gourre, près Séderon* (Pl. XV) 859

Kilian, Leenhardt, Pellat. — *Observations* 860

Séance du 23 septembre 1895, à Barrême 862

Ph. Zürcher. — *Allocution présidentielle*. 862

Ph. Zürcher. — *Compte-rendu de la course du 23 septembre de Digne à Barrême* 866

Le Secrétaire-Gérant,

Ph. GLANGEAUD.

Lille. — Imp. LE BIGOT Frères.

PHILOSOPHICAL SOCIETY,
WASHINGTON.

3e Série, t. XXIII. — 1895. — N° 10.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

(CETTE SOCIÉTÉ, FONDÉE LE 17 MARS 1830, A ÉTÉ AUTORISÉE ET RECONNUE COMME ÉTABLISSEMENT D'UTILITÉ PUBLIQUE, PAR ORDONNANCE DU ROI DU 3 AVRIL 1832)

TROISIÈME SÉRIE

TOME VINGT-TROISIÈME

RÉUNION EXTRAORDINAIRE DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DANS LES BASSES-ALPES

Notes et Mémoires : Feuilles 55-65 (Planches XVIII-XXVII).

PARIS
AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ
7, Rue des Grands-Augustins, 7

1896

Le Bulletin paraît par livraisons mensuelles
Novembre 1896

AVIS

Le Secrétaire rappelle aux membres de la Société géologique les décisions suivantes, prises par le Conseil :

Les Membres de la Société doivent acquitter leur cotisation à partir du 1er janvier, s'ils veulent recevoir le Bulletin au moment de la publication. — Le Trésorier est autorisé à faire recouvrer les cotisations à domicile, par la poste, avec un supplément de 0,85 c. pour les frais d'encaissement.

Les Membres doivent adresser, d'une manière impersonnelle, tous les envois d'argent et les mandats à *Monsieur le Trésorier de la Société géologique de France* et toute la correspondance à *Monsieur le Secrétaire de la Société géologique de France.*

Les manuscrits seront conservés dans les Archives de la Société et ne seront pas communiqués aux auteurs en même temps que l'épreuve qu'on leur adressera. De plus, il ne sera envoyé qu'une seule épreuve aux auteurs.

Il ne doit être publié dans le Bulletin ou le Compte-Rendu aucun nom d'espèce ou de genre nouveau dont l'auteur n'a pas fourni une description accompagnée de figure.

Le nom spécifique de tout fossile cité doit être suivi du nom de l'auteur qui a fait l'espèce.

Les demandes de tirages à part doivent être adressées directement au Secrétaire de la Société qui se charge, dans ce cas, de veiller à leur exécution.

Les Comptes rendus sommaires des séances paraissent dans les quinze jours qui suivent la séance et sont réimprimés dans le Bulletin. Les Notes et Mémoires sont groupés par séances et leur ordre de succession est celui de la présentation.

Il n'est accordé que *deux* pages d'impression au *maximum*, pour chaque note insérée dans le Compte rendu sommaire et le titre seul des ouvrages et tirages à part figure seul dans ce Compte rendu sommaire.

Le Secrétaire prie les auteurs de vouloir bien, dans leurs manuscrits :

Souligner les noms d'espèces ;

Mettre une majuscule à tous les noms de terrains et d'étages employés comme substantifs et à tous les noms de groupes zoologiques et botaniques ;

Ecrire avec beaucoup de soin, surtout dans les notes destinées au Compte-Rendu, les noms d'auteurs, de localités et de fossiles.

Séparer les figures du texte pour en faciliter la reproduction par le dessinateur.

EXTRAIT DU RÈGLEMENT CONSTITUTIF DE LA SOCIÉTÉ

APPROUVÉ PAR ORDONNANCE DU ROI DU 3 AVRIL 1833

ART. III. — Le nombre des membres de la Société est illimité (1). Les Français et les Etrangers peuvent également en faire partie. Il n'existe aucune distinction entre les membres.

ART. IV. — L'administration de la Société est confiée à un Bureau et à un Conseil, dont le Bureau fait essentiellement partie.

ART. V. — Le Bureau est composé d'un président, de quatre vice-présidents, de deux secrétaires, de deux vice-secrétaires, d'un trésorier, d'un archiviste.

ART. VI. — Le président et les vice-présidents sont élus pour une année ; les secrétaires et les vice-secrétaires, pour deux années ; le trésorier, pour trois années ; l'archiviste, pour quatre années.

ART. VII. — Aucun fonctionnaire n'est immédiatement rééligible dans les mêmes fonctions.

ART. VIII. — Le Conseil est formé de douze membres, dont quatre sont remplacés chaque année.

ART. IX. — Les membres du Conseil et ceux du Bureau, sauf le président, sont élus à la majorité absolue. Leurs fonctions sont gratuites.

ART. X. — Le président est choisi, à la pluralité, parmi les quatre vice-présidents de l'année précédente. Tous les membres sont appelés à participer à son élection, directement ou par correspondance.

ART. XI. — La Société tient ses séances habituelles à Paris, de novembre à juillet (2).

ART. XII. — Chaque année, de juillet à novembre, la Société tiendra une ou plusieurs séances extraordinaires sur un des points de la France qui aura été préalablement déterminé. Un Bureau sera spécialement organisé par les membres présents à ces réunions.

ART. XIV. — Un *Bulletin* périodique des travaux de la Société est délivré gratuitement à chaque membre.

ART. XVII. — Chaque membre paye : 1° un droit d'entrée ; 2° une cotisation annuelle. Le droit d'entrée est fixé à la somme de 20 francs. Ce droit pourra être augmenté par la suite, mais seulement pour les membres à élire. La cotisation annuelle est invariablement fixée à 30 francs. La cotisation annuelle peut, au choix de chaque membre, être remplacée par le versement d'une somme fixée par la Société en assemblée générale. *(Décret du 12 décembre 1873).* (3).

(1) Pour faire partie de la Société, il faut s'être fait présenter dans l'une de ses séances par deux membres qui auront signé la présentation, avoir été proclamé dans la séance suivante par le Président, et avoir reçu le diplôme de membre de la Société *(Art. 4 du règlement administratif)*.

(2) Pour assister aux séances, les personnes étrangères à la Société doivent être présentées chaque fois par un de ses membres. *(Art. 42 du règlement administratif.)*

(3) Cette somme a été fixée à 400 francs *(Séance du 20 novembre 1871)*.

TABLEAU INDICATIF DES JOURS DE SÉANCE

ANNÉE 1896

Les séances se tiennent à 8 heures 1/2 du soir, 7, rue des Grands-Augustins, 7,

Les 1er et 3e lundis de chaque mois.

Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Novembre	Décembre
6	3	2	9*	4	1	9	7
20	17	16	13 27	18	15	23	21

* *Séance générale annuelle à 3 heures, le 9 Avril.*

La bibliothèque est ouverte tous les jours de 1 heure à 6 heures.

COMPOSITION DU BUREAU DE LA SOCIÉTÉ POUR L'ANNÉE 1896

Président : M. G. DOLLFUS.

Vice-Présidents :

M. BARROIS. | M. CAREZ. | M. CAYEUX. | M. KILIAN.

Secrétaires :

M. PH. GLANGEAUD, pour la France.
M. FLOT, pour l'Etranger.

Vice-Secrétaires :

M. PRIEM.
M. F. BERNARD.

Trésorier : M. TERMIER.

Archiviste : M. A. THÉVENIN.

Membres du Conseil :

M. ZEILLER.
M. VÉLAIN.
M. BOULE.
M. HAUG.
M. GOSSELET.
M. M. BERTRAND.
M. LINDER.
M. JANET.
M. DE MARGERIE.
M. GAUDRY.
M. MUNIER-CHALMAS.
M. L. BERTRAND.

NOTES & MÉMOIRES INSÉRÉS DANS LES FEUILLES 55-65 (T. XXIII)

Pages

PH. ZÜRCHER. — *Compte-rendu de la course du 23 septembre de Digne à Barrême* (fin). 873

CH. DEPÉRET ET DOUXAMI. — *Note sur les couches tertiaires de Châteauredon (Basses-Alpes)* 874

COLLOT. — *Observations*. 877

CH. DEPÉRET. — *Note sur les fossiles Oligocènes de Barrême* (avec 3 fig. dans le texte. 878

W. KILIAN, P. LORY, DOUXAMI. — *Observations* 884

W. KILIAN. — *Sur les gisements fossilifères de la région de Castellane (Basses-Alpes)* avec 2 figures dans le texte. 885

LEENHARDT, GUÉBHARD, LORY, HAUG. — *Observations*. 899

Séance du 25 Septembre 1895, *à Castellane* 901

PH. ZÜRCHER. — *Compte-rendu de la course du 24 septembre, de Barrême à Blieux et Castellane* (Planche XXV). 902

PH. ZÜRCHER. — *Compte-rendu de la course du 25 septembre de Castellane à la Palud-de-Moustiers* (Planches XXIII, XXIV). 917

Séance du 26 septembre 1895, *à Castellane*. 930

DE ROUVILLE. — *Allocution*. 930

PH. ZÜRCHER. — *Comptes-rendus des courses du 26 septembre de Castellane à la Jaby et de Castellane à Saint-André* (Planche XXV) 931

PH. ZÜRCHER. — *Notes sur la structure des divers points de la région de Castellane* (Planche XIX, XX, XXVI), avec 3 figures dans le texte. 938

L. BERTRAND, ZÜRCHER, GUÉBHARD. — *Observations* 948

W. KILIAN, ZÜRCHER, GUEBHARD. — *Notice sur la région d'Escragnolles (Alpes-Maritimes)*, avec 3 figures dans le texte . . . 952

W. KILIAN et F. LEENHARDT. — *Note sur le Néocomien des environs de Moustiers Sainte-Marie (Basses-Alpes)* 970

PH. ZÜRCHER. — *Note sur les environs de Chabrières* (Planche XXI). 982

DE ROUVILLE, HAUG, KILIAN. — *Observations* 990

Liste bibliographique des Publications relatives à la région de Castellane 991

Table des matières 999

Le Secrétaire-Gérant, **Ph. GLANGEAUD.**

Lille. — Imp. LE BIGOT Frères.

310

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 01369 1811